



**TUGAS AKHIR – TM141585**

**ANALISA SISTEM Pengereman *COMBI BRAKE SYSTEM*(CBS) PADA HONDA VARIO TECHNO 125 *IDLING STOP SYSTEM*(ISS) PGM-FI DENGAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI MASSA**

VIOLA AGUS ARINTIKA  
2111100028

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc., Ph.D.

PROGRAM STUDI SARJANA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015



**TUGAS AKHIR – TM141585**

**BRAKING SYSTEMS ANALYSIS OF COMBI  
BRAKE SYSTEM(CBS) ON HONDA VARIO  
TECHNO 125 IDLING STOP SYSTEM(ISS) PGM-FI  
WITH ADDITION EFFECT OF MASS  
VARIATIONS**

VIOLA AGUS ARINTIKA  
2111100028

Advisor Lecturer  
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc., Ph.D.

DEPARTEMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2015

**ANALISA SISTEM PENGGEREMAN COMBI BRAKE  
SYSTEM(CBS) PADA HONDA VARIO TECHNO 125  
IDLING STOP SYSTEM(ISS) PGM-FI DENGAN  
PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI MASSA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Desain  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**VIOLA AGUS ARINTIKA  
NRP. 2111 100 028**

**Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:**

1. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc, PhD ..... (Pembimbing)  
(NIP. 195106051978031002)
2. Ir. J. Lubi ..... (Penguji I)  
(NIP. 194802201975031001)
3. Ir. Yusuf Kaelani, M.Sc.E ..... (Penguji II)  
(NIP. 196511031990021001)
4. Moch. Solichin, ST, MT ..... (Penguji III)  
(NIP. 2100201405003)

**SURABAYA  
Juli, 2015**

# **ANALISA SISTEM Pengereman COMBI BRAKE SYSTEM(CBS) PADA HONDA VARIO TECHNO 125 IDLING STOP SYSTEM(ISS) PGM-FI DENGAN PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI MASSA**

**Nama Mahasiswa** : Viola Agus Arintika  
**NRP** : 2111100028  
**Jurusan** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRAK**

*Teknologi yang mengalami perkembangan salah satunya adalah dibidang otomotif khususnya pada kendaraan roda dua. Dalam mendesain kendaraan akan memperhatikan beberapa hal penting yaitu keamanan dan kenyamanan. Keamanan salah satunya adalah di bagian sistem pengereman. Honda Vario mulai menggunakan sistem rem yang kombinasi atau sering didengar dengan nama CBS. CBS adalah sistem pengereman yang mengkombinasikan antara rem depan dan belakang. Pada penerapan tuas kiri, rem akan bekerja secara bersamaan pada roda depan dan belakang melalui equilizer. Tujuan CBS adalah untuk meningkatkan perlambatan diperoleh dari pedal rem(tuas kiri), yang sebelumnya relatif lebih rendah selama penerapan rem roda belakang saja. Untuk mencapai tujuan tersebut, itu dimungkinkan untuk menerapkan rem secara bersamaan pada roda depan dan belakang dengan pengoperasian pedal(atau tuas kiri). Kendaraan roda dua biasanya dinaiki oleh 2 penumpang namun pada fenomena masyarakat terlihat bahwa penumpang juga membawa barang-barang dengan jumlah yang banyak dan berat. Ketika penumpang melaju dengan kecepatan tertentu dengan massa tertentu maka akan melakukan proses pengereman, proses pengereman yang dilakukan akan memiliki gaya dan jarak pengereman yang berbeda. Saat pengendara melakukan pengereman dengan jalan yang berbelok sangat*

*berbahaya jika dikendarai melebihi standarnya. Oleh karena itu, tugas akhir ini akan membahas tentang membandingkan distribusi gaya rem depan dan belakang secara teoritis dan aktual, membandingkan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan aktual, dan mengetahui stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem dengan penambahan variasi massa pada sistem rem CBS.*

*Dalam pengujian untuk mengambil data memiliki metode yaitu kendaraan dinaiki oleh variasi massa yang ditentukan dan kecepatan 50 km/jam untuk jalan lurus dan 30 km/jam untuk jalan berbelok dengan radius belok 18,779 meter. Selanjutnya, ketika kendaraan tepat melewati isolasi maka kendaraan di lakukan pengereman selanjutnya dapat di hitung jarak pengereman untuk jalan lurus dan stabilitas arah kendaraan untuk jalan berbelok.*

*Hasil pengujian yang didapat untuk distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem lebih kecil dari pada yang dibutuhkan oleh sistem, jarak pengereman secara teoritis lebih pendek dari pada aktualnya dimana tuas rem kiri memiliki jarak pengereman lebih pendek dari pada tuas rem kanan, dan kestabilan arah kendaraan yang terjadi saat berbelok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis dengan aktual sesuai yaitu mengalami skid ban belakang.*

***Kata kunci : CBS (Combi Brake System), massa, distribusi pengereman, jarak pengereman, kestabilan kendaraan.***

# **BRAKING SYSTEMS ANALYSIS OF COMBI BRAKE SYSTEM(CBS) ON HONDA VARIO TECHNO 125 IDLING STOP SYSTEM(ISS) PGM-FI WITH ADDITION EFFECT OF MASS VARIATIONS**

**Name** : Viola Agus Arintika  
**NRP** : 2111100028  
**Department** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Faculty Advisor** : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra,  
M.Sc., Ph.D.

## **ABSTRACT**

*Technology has developed one of which is the automotive field, especially on two-wheeled vehicles. In designing the vehicle will notice some important things, namely safety and comfort. The braking system is one part of the security. Honda Vario start using the combination brake system or often heard the name CBS. CBS is a braking system that combines between front and rear brakes. On the application of the left lever, the brakes will work simultaneously on the front and rear wheels through equilizer. CBS purpose is to increase the deceleration obtained from the pedal brake(lever left), before relatively lower during application of the brakes the rear wheels only. To achieve these objectives, it is possible to apply the brakes simultaneously on the front and rear wheels with pedal operation(left lever). Two-wheeled vehicles are usually ridden by two passengers, but the phenomenon of society is seen that the passengers can bring items with significant amounts and weight. When a passenger driving with certain speed with a certain mass will make the process of braking, the braking process is carried out will have a style and a different braking distances. When the driver is braking in a turn very dangerous road. Therefore, this thesis will discuss about comparing the brake force distribution front and rear theoretical and actual, comparing the vehicle braking distance theoretically and actual, and determine if the vehicle directional*

*stability given brake force with the addition of mass variation on CBS brake system.*

*In testing for retrieving data have method which vehicle climbed by a determined mass variations and a speed of 50 km/h for a straight road and 30 km/h for roads turn to 18.779 meter turning radius. Furthermore, when the vehicle passes through the insulation, the proper vehicle braking and braking distances can be calculated for a straight road and the stability of the vehicle to the road turn directions.*

*The result, among others, in all variations of the mass for a given distribution  $K_{bf}$  braking system is smaller than the required system and  $K_{br}$  a given system is greater than the required system, theoretically the braking distance is shorter than the actual where in the left lever has a braking distance shorter than the right lever, and the stability of the direction occurs when the vehicle is turning with a turning radius of 18.779 meters and a speed of 30 km/h theoretically with that of actual experienced rear tire skid.*

**Keyword : CBS (Combi Brake System), mass, braking distribution, braking distance, vehicle stability.**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT karena hanya dengan bimbingan, petunjuk, dan kasih sayang-Nya akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir berjudul: **Analisa Sistem Pengereman *Combi Brake System*(CBS) pada Honda Vario Techno 125 *Idling Stop System*(ISS) PGM-FI dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa.**

Penyusun tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai pihak. Oleh karenaitu, penulis ingin berterimakasih kepada orang-orang di sekitar penulis yang secara langsung maupun tidak langsung ikut terlibat dalam penulisan tugas akhir ini. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak **Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D.** selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan waktu ditengah segala kesibukannya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak **Ir. J. Lubi, Ir. Yusuf Kaelani, M.Sc.E,** dan **Moch. Solichin, ST., MT.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji Trugas Akhir ini. Terimakasih atas saran-saran yang telah diberikan.
3. Ibunda **Ari Yudiani** dan ayahanda **Agus Yulianto** yang tercinta atas kasih sayangnya yang tak akan pernah terputus dan do'a yang senantiasa menemani dan menguatkan penulis dalam menghadapi segala tantangan dalam hidup serta dukungan yang tak pernah putus.
4. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin ITS yang memberikan dedikasi untuk mendidik penulis serta membantu penulis.
5. Teman seperjuangan dalam mengerjakan tugas akhir **Fitri Dewi Putri Aulia**. Terimakasih atas kerjasama dan dukungannya.
6. Teman-teman dalam membantu dalam pengambilan data tugas akhir **Angga Ramadhana, Muchlis Rifai, Vicky**



**Betha N., dan Gusti Fajar R.** Terimakasih telah meluangkan waktu dan membantu banyak dalam pengambilan data.

7. Yang terkasih **Kukuh Dwi Septi Laksono** yang selalu memberi dukungan, do'a, menemani, membantu dan saran-saran yang diberikan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
8. Segenap sahabat penulis **Auliana Diah Wilujeng, "Makamers"** dan **"Gazebo M31"**. Terimakasih atas dorongan semangat dan bantuannya.
9. Segenap penghuni Laboratorium Disain Jurusan Teknik Mesin ITS yang selalu memberi dukungan dan bantuannya.
10. Teman-teman terbaikku **M-54**, kini dan seterusnya semoga silaturahmi tetap terjaga.
11. Seluruh Sarekat Merah Rakyat Mesin.
12. Seluruh pihak yang belum disebutkan di atas yang telah memberikan do'a, bantuan dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis berharap dengan adanya laporan Tugas Akhir ini, dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Tidak dapat dipungkiri bahwa dengan keterbatasan waktu yang ada, masih banyak terdapat kekurangan dari laporan ini. Saran dan kritik untuk perbaikan laporan ini sangat saya harapkan agar mampu membuahkan hasil yang lebih baik.

Surabaya, 30 Juli 2015

Penulis

## DAFTAR SIMBOL

$L_f$	= Jarak dari CG sampai tumpuan roda depan
$L_r$	= Jarak dari CG sampai tumpuan roda belakang
$L$	= Jarak total antara tumpuan depan dan belakang
$W_f$	= Berat kendaraan bagian depan dengan penumpang
$W_r$	= Berat kendaraan bagian belakang dengan penumpang
$W$	= Berat total kendaraan dengan penumpang
$h$	= Jarak pusat CG dengan tanah
$\theta$	= Sudut tanjakan
$x$	= Letak titik berat pada sumbu x
$x_i$	= Letak titik berat massa i pada sumbu x
$m_i$	= Massa i
$y$	= Letak titik berat pada sumbu y
$y_i$	= Letak titik berat massa i pada sumbu y
$s$	= Jarak pengereman
$\gamma_m$	= Faktor equivalen massa ( $\gamma_m = 1,04$ )
$F_{bmax}$	= Gaya pengereman kendaraan dengan variasi massa
$g$	= Percepatan gravitasi
$C_{ae}$	= Koefisien aerodinamik
$V_1$	= Kecepatan awal kendaraan
$\mu_s$	= Koefisien adhesi roda <i>lock</i>
$fr_{kendaraan}$	= Nilai rata-rata koefisien hambatan <i>rolling</i>
$R_r$	= gaya hambatan <i>rolling</i> pada roda
$R_a$	= hambatan aerodinamik
$S_a$	= Pendekatan jarak tambahan pengereman akibat keterlambatan respon sistem
$t_d$	= Waktu respon dari sistem rem $\approx 0,3$ s
$S_{tot}$	= Jarak pengereman total
$F_p$	= Gaya yang menekan pada rem
$P_e$	= Tekanan hidrolik
$d$	= Diameter piston kaliper

$F_{bf}$	= Gaya gesek pengereman rem cakram
$\mu_{cakram}$	= Koefisien gesek pada <i>disc brake</i> dengan <i>pad</i>
$T_{bf}$	= Torsi pengereman rem cakram
$F_{bf}$	= Gaya gesek pengereman rem cakram
$R_{cakram}$	= Jari-jari rotor/piringan cakram
$r_{piston\ kaliper}$	= Jari-jari piston kaliper
$F_{tangan}$	= Gaya yang diberikan tangan untuk menarik tuas
$T_{br}$	= Torsi pengereman rem tromol
$F_{br\ kanan}$	= gaya maksimal yang bisa di berikan rem tromol sebelah kanan
$F_{br\ kiri}$	= gaya maksimal yang bisa di berikan rem tromol sebelah kiri
$F_{br}$	= Gaya maksimal yang bisa diberikan rem tromol
$d_{drum}$	= Diameter <i>drum</i> tromol
$r_{drum}$	= Jari-jari <i>drum</i> tromol
$\mu_{tromol}$	= Koefisien gesek antara sepatu rem dengan <i>drum</i> tromol
$F_{cam}$	= Gaya yang diberikan cam untuk menggerakkan sepatu rem
$F_{max}$	= gaya maksimal yang diberikan sepatu rem terhadap <i>drum</i> tromol
$l_1$	= Panjang tuas rem kiri
$l_2$	= Jarak antara pivot tuas rem dan lubang tempat dipasangnya kabel rem
$l_3$	= Panjang tuas penyambung antara kabel rem dengan <i>cam</i>
$l_4$	= Panjang <i>cam</i>
$K_{bf}$	= Proporsi gaya rem depan
$K_{br}$	= Proporsi gaya rem belakang
$T_{bf}$	= Torsi pengereman rem depan(cakram)
$T_{br}$	= Torsi pengereman rem belakang(tromol)
$f_r\ kecepatan$	= koefisien <i>rolling resistance</i> akibat kecepatan
$F_{gf}$	= gaya gesek pada roda belakang
$F_{cf}$	= gaya centrifugal kendaraan pada roda depan

$F_{gr}$	= gaya gesek pada roda belakang
$F_{cr}$	= gaya centrifugal kendaraan pada roda belakang
$\delta_f$	= sudut belok roda depan
R	= radius belok ackerman
$\mu_{lateral}$	= koefisien gesek jalan saat kondisi belok

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR SIMBOL .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masaah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Hasil Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Dasar Teori .....	5
2.1.1 Sistem Pengereman .....	5
2.1.1.1 Sistem Pengereman <i>Combi Brake System</i> .....	8
2.1.2 Analisa Pengereman .....	10
2.1.2.1 Cara Mencari CG( <i>Center of Gravity</i> ) .....	10
2.1.2.2 Jarak Pengereman .....	14
2.1.3 Analisa Gaya Pengereman .....	18
2.1.3.1 Rem Cakram .....	18
2.1.3.2 Rem Tromol .....	20
2.1.4 Menghitung $K_{br}$ dan $K_{br}$ yang Diberikan Sistem .....	22
2.1.5 Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan Sistem .....	23
2.1.6 Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan pada saat Pengereman dalam Keadaan Belok .....	27
2.2 Kajian Pustaka .....	28
2.2.1 Distribusi Pengereman secara Teoritis dan Aktual .....	28
2.2.2 Mencari Jarak Pengereman Minimum dari	

Kendaraan .....	30
2.2.3 Analisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok .....	31
BAB III METODOLOGI .....	33
3.1 Flowchart Penelitian .....	33
3.2 Peralatan yang Digunakan .....	35
3.3 Flowchart Percobaan .....	39
3.4 Flowchart Perhitungan .....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Pelaksanaan Percobaan .....	45
4.1.1 Jenis Kendaraan .....	45
4.1.2 Jalan yang Digunakan .....	46
4.1.3 Pengambilan Data .....	47
4.2 Data Percobaan .....	48
4.3 Analisa Data .....	51
4.3.1 Perhitungan CG( <i>Center of Gravity</i> ) .....	51
4.3.2 Perhitungan Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan oleh Sistem(Teoritis) .....	52
4.3.3 Perhitungan Distribusi Pengereman yang Diberikan oleh Sistem(Aktual) .....	53
4.3.4 Perbandingan Distribusi Pengereman Secara Teoritis dan Aktual .....	54
4.3.5 Perhitungan Jarak Pengereman Minimum(Teoritis) Kendaraan .....	56
4.3.6 Perbandingan Nilai Teoritis dan Aktual Jarak Pengereman .....	57
4.3.7 Analisa Kecepatan yang Digunakan pada Kendaraan Belok saat Pengereman dengan Radius 18,779 meter .....	59
4.3.8 Analisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 30 km/jam .....	61
4.3.9 Perbandingan Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan	

Belok dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 30 km/jam secara Teoritis dan Aktual ....	62
4.4 Rekomendasi .....	63
4.4.1 Cara Pengereman .....	63
4.4.2 Letak CG .....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN .....	71
BIODATA PENULIS .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Rem Cakram dengan Rem Tromol .....	8
Tabel 2.2 Koefisien Hambat Aerodinamis untuk Kendaraan .....	16
Tabel 2.3 Koefisien Adhesi Ban pada Berbagai-Macam Jenis Jalan Berdasarkan J.J Taborek .....	17
Tabel 2.4 Nilai Rata-Rata Koefisien Hambatan <i>Rolling</i> untuk Beberapa Jenis Ban dan Kondisi Jalan Berdasarkan J.J Taborek .....	17
Tabel 2.5 Koefisien Gesek Berbagai Bahan pada Rem .....	19
Tabel 2.6 Bilai $f_r$ pada Sepeda Motor .....	26
Tabel 2.7 Perbandingan Distribusi Pengereman Teoritis dan Aktual .....	29
Tabel 2.8 Perbandingan Analisa <i>Skid</i> Secara Teoritis dan Aktual Berdasarkan Variasi Kecepatan .....	31
Tabel 4.1 Spesifikasi Kendaraan yang Dibutuhkan .....	45
Tabel 4.2 Data Percobaan dengan Variasi Massa Pertama .....	49
Tabel 4.3 Data Percobaan dengan Variasi Massa Kedua .....	49
Tabel 4.4 Data Percobaan dengan Variasi Massa Ketiga .....	49
Tabel 4.5 Data Percobaan Kestabilan Arah Kendaraan saat Berbelok dengan Radius Sebesar 18,779 meter .....	51
Tabel 4.6 Letak CG untuk Masing-Masing Variasi Massa .....	52
Tabel 4.7 Nilai $K_{bf}$ dan $K_{br}$ yang Dibutuhkan oleh Sistem .....	53
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Gaya-Gaya dan Torsi pada Rem Cakram .....	54
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Gaya-Gaya dan Torsi pada Rem Tromol .....	54
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai $K_{bf}$ dan $K_{br}$ secara Teoritis dan Aktual .....	55
Tabel 4.11 Hasil perhitungan $F_{gf}$ , $F_{gr}$ , $F_{cf}$ , dan $F_{cr}$ untuk Mengetahui Kecepatan yang Digunakan untuk Menganalisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan	



	Belok dengan Radius Belok 18,779 meter secara Teoritis .....	59
Tabel 4.12	Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 20, 30, dan 40 km/jam secara Teoritis .....	60
Table 4.13	Hasil Perhitungan $F_{gf}$ , $F_{gr}$ , $F_{cf}$ , dan $F_{cr}$ Berdasarkan Variasi Massa dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 30 km/jam secara Teoritis .....	61
Tabel 4.14	Perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis .....	62
Tabel 4.15	Perbandingan perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis dan aktual .....	63
Tabel 4.16	Rekomendasi CG .....	64
Tabel 4.17	Rekomendasi $K_{bf}$ dan $K_{br}$ .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kendaraan Dinaiki oleh Penumpang dengan Membawa Banyak Barang .....	2
Gambar 2.1 Komponen Rem Tromol .....	5
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Rem Tromol .....	6
Gambar 2.3 Komponen Rem Cakram .....	6
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Rem Cakram .....	7
Gambar 2.5 Skema Proses Pengereman CBS .....	8
Gambar 2.6 (a) Prinsip Kerja CBS Ketika Tuas Rem Kiri Ditarik, (b) Prinsip Kerja CBS Ketika Tuas Rem Kanan Ditarik .....	9
Gambar 2.7 Ilustrasi Perbandingan Rem Tunggal dengan Kombinasi .....	10
Gambar 2.8 Penimbangan bidang datar .....	11
Gambar 2.9 Distribusi Gaya-Gaya pada Penimbangan Bidang Miring .....	12
Gambar 2.10 Gaya-Gaya saat Pengereman .....	14
Gambar 2.11 Gaya-Gaya pada Rem Cakram .....	18
Gambar 2.12 (a) Gaya pada Tuas Rem Kiri, (b) Gaya-Gaya pada Rem Tromol .....	20
Gambar 2.13 Pengukuran Gaya Tangan untuk Pengereman dengan Neraca Pegas .....	22
Gambar 2.14 Gaya-Gaya saat Pengereman untuk Mencari Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan Sistem .....	23
Gambar 2.15 Gaya-gaya saat Kendaraan Belok .....	27
Gambar 2.16 Grafik Perbandingan Jarak Pengereman Teoritis dengan Aktual pada Jalan Lurus .....	30
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian .....	34
Gambar 3.2 (a) Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI, (b) Spesifikasi Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI .....	36
Gambar 3.3 Timbangan Badan Digital .....	37
Gambar 3.4 Meteran .....	38

Gambar 3.5 Neraca Pegas .....	38
Gambar 3.6 <i>Stopwatch</i> .....	39
Gambar 3.7 Flowchart Percobaan .....	41
Gambar 3.8 Flowchart Perhitungan .....	43
Gambar 4.1 Kendaraan yang Digunakan dalam Pengambilan Data Tugas Akhir .....	45
Gambar 4.2 Jalan Lurus yang Digunakan untuk Pengambilan Data .....	46
Gambar 4.3 (a) Cara Menghitung Radius Belok untuk Pengambilan Data, (b) Jalan Belok dengan Radius 18,779 meter yang Digunakan untuk Pengambilan Data .....	47
Gambar 4.4 (a) Kendaraan Meluncur dengan Kecepatan Konstan yaitu 50 km/jam, (b) Proses Pengereman setelah Melewati Isolasi, dan (c) Kendaraan Berhenti Setelah Direm .....	48
Gambar 4.5 Grafik Pengereman Jalan Lurus dengan Kecepatan Sebesar 50 km/jam .....	50
Gambar 4.6 Grafik Jarak Pengereman secara Teoritis dengan Kecepatan 50 km/jam .....	56
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Jarak Pengereman Jalan Lurus dengan Kecepatan 50 km/jam secara Aktual dengan Teoritis .....	57

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi berperan penting dalam kehidupan. Teknologi akan selalu mengalami perkembangan. Perkembangan ini adalah meminimalisir kekurangan yang ada dalam teknologi tersebut. Teknologi yang mengalami perkembangan salah satunya adalah dibidang otomotif khususnya pada kendaraan roda dua. Dalam mendesain kendaraan akan memperhatikan beberapa hal penting yaitu keamanan dan kenyamanan. Keamanan salah satunya adalah di bagian sistem pengereman. Pada kendaraan honda vario PGM-FI sistem pengereman menggunakan rem depan menggunakan cakram hidrolik piston tunggal dan rem belakang tromol pada generasi pertama, kedua, ketiga dan keempat. Dimulai dari generasi kedua menggunakan sistem rem yang kombinasi atau sering didengar dengan nama CBS(*combined brake system*). Kelebihan dari CBS adalah jarak pengereman yang lebih pendek secara lebih maksimal dengan pengereman yang merata di roda depan dan belakang secara bersama-sama. Namun kelemahannya adalah penyetelan rem belakang(*drum brake*) yang harus benar-benar tepat agar combi brake dapat benar-benar bekerja dengan baik.

Teknologi pengereman CBS pertama kali diterapkan pada sepeda motor matik Honda. Penerapannya terdapat pada *scooter matic* Honda Vario 125 PGM-Fi. Sistem transmisi otomatis pada kendaraan ini mengaplikasikan CVT(*Continuously Variable Transmission*) sebagai pengganti rantai dan gear. Dikarenakan menggunakan transmisi otomatis yang menggunakan *belt* dan *pulley*, maka *engine break* pada kendaraan ini sangat kecil, sehingga tidak bisa membantu proses pengereman. Kendaraan roda dua biasanya dinaiki oleh 2 penumpang namun pada fenomena masyarakat terlihat bahwa penumpang juga membawa barang-barang dengan jumlah yang banyak dan berat seperti pada gambar 1.1:



Gambar 1.1 Kendaraan dinaiki oleh penumpang dengan membawa banyak barang

Di atas adalah gambar kendaraan dinaiki oleh penumpang dengan membawa banyak barang. Ketika penumpang melaju dengan kecepatan tertentu dengan massa tertentu maka akan melakukan proses pengereman, proses pengereman yang dilakukan akan memiliki gaya dan jarak pengereman yang berbeda. Saat pengendara melakukan pengereman dengan jalan yang berbelok sangat berbahaya jika dikendarai melebihi standarnya. Selain itu, tugas akhir sebelumnya yang dilakukan oleh Enggar Rofiq Subagio belum membahas gaya dan jarak pengereman *combi brake system*(CBS) pada skuter matik honda vario techno 125 *idling stop system*(ISS) PGM-FI dengan pengaruh variasi massa.

Oleh karena hal di atas, maka pada tugas akhir ini dilakukan analisa kestabilan kendaraan, distribusi gaya rem depan dan belakang serta jarak pengereman saat proses pengereman dengan penambahan variasi massa pada kendaraan roda dua dengan sistem CBS dengan jalan lurus dan berbelok.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada tugas akhir ini dirumuskan beberapa masalah, antara lain :

1. Bagaimana perbandingan distribusi gaya rem depan dan belakang secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).

2. Bagaimana perbandingan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).
3. Bagaimana stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini terarah maka perlu diberikan beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Analisis jarak pengereman dilakukan dengan variasi massa dimana beratnya adalah 1904,121 N, 2476,044 N, dan 3013,632 N dengan kendaraan yang digunakan adalah Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI.
2. Analisis jarak pengereman dilakukan dengan kecepatan 50 km/jam untuk jalan lurus.
3. Analisis distribusi gaya pengereman dilakukan pada kendaraan bergerak pada jalan lurus dan belok dengan radius 18,779 meter.
4. Defleksi pada ban diabaikan.
5. Efek gaya samping dan gaya angkat akibat angin diabaikan.
6. Kecepatan relatif angin terhadap kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan.
7. Stabilitas arah kendaraan yang dianalisa adalah *understeer*, *oversteer* dan *skid* saat kondisi belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam.
8. Stabilitas arah kendaraan dilakukan pada jalanan aspal kering.
9. Sudut *chamber* dalam kondisi saat belok diabaikan atau kendaraan tidak miring pada saat berbelok.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Dengan mengacu pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan distribusi gaya rem depan dan belakang secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).
2. Membandingkan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).
3. Mengetahui stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS).

### **1.5 Manfaat Hasil Penelitian**

Pada tugas akhir ini memiliki beberapa manfaat, antara lain:

1. Mengetahui kestabilan kendaraan, distribusi gaya rem depan dan belakang serta jarak pengereman saat proses pengereman dengan penambahan variasi massa secara teoritis dan aktual sehingga menjadi pengetahuan untuk masyarakat dan perusahaan dalam mengembangkan produknya.
2. Sebagai acuan dalam penelitian serta riset berikutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Dasar Teori

##### 2.1.1 Sistem Pengereman

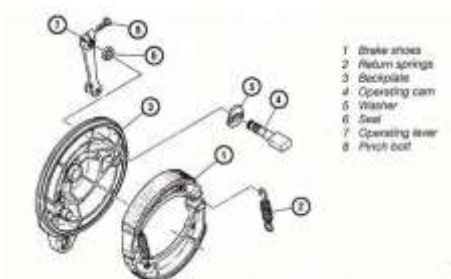
Rem adalah suatu peranti untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda, secara otomatis gerak kendaraan menjadi pelan. Energi kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan. Sistem pengereman sekarang ini yang digunakan sepeda motor antara lain:

- Sistem Pengereman Jenis Lock

yaitu sistem rem yang berfungsi untuk menghentikan kendaraan dengan cara membuat roda berhenti berputar(*lock*). Gaya gesek antara ban yang *lock* dengan jalan dimanfaatkan untuk mengurangi kecepatan dari kendaraan. Sistem pengereman jenis *lock* ini ada 2 yaitu:

- Rem tromol

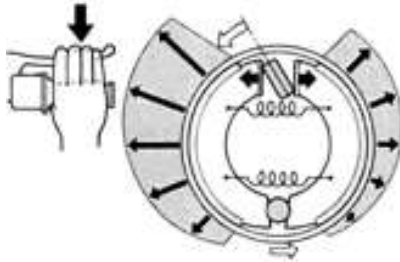
Rem tromol pada sepeda motor digunakan di rem belakang. Komponen rem tromol antara lain sepatu rem(*brake shoe*), tromol(*drum*), pegas pengembali(*return springs*), tuas penggerak(*lever*),udukan rem tromol(*backplate*), dan *cam*. Gambar 2.1 adalah gambar komponen rem tromol:



Gambar 2.1 Komponen rem tromol<sup>[1]</sup>



Di bawah ini adalah gambar tentang cara kerja rem tromol:

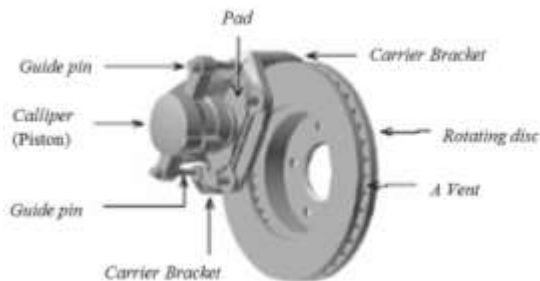


Gambar 2.2 Prinsip kerja rem tromol<sup>[2]</sup>

Gambar 2.2 adalah gambar tentang prinsip kerja rem tromol. Prinsip kerja rem tromol yaitu ketika tuas rem ditekan maka *cam* akan bergerak memutar dan kanvas rem akan bergerak keluar sehingga akan mulai bergesekan dengan *drum/tromol*.

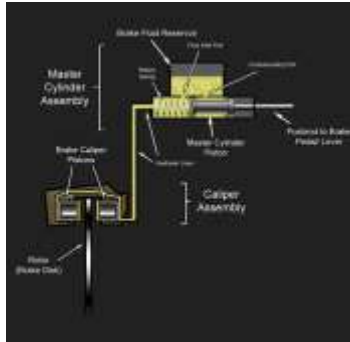
- Rem cakram

Rem cakram menggunakan sebuah piringan yang terbuat dari besi sebagai media untuk mengurangi laju kendaraan. Di bawah ini adalah gambar komponen rem cakram:



Gambar 2.3 Komponen rem cakram<sup>[3]</sup>

Gambar 2.3 adalah gambar komponen rem cakram dimana komponennya antara lain *pad*, *guide pin*, *calliper/piston*, *carrier bracket*, *rotating disc* dan *a vent*. Di bawah ini adalah gambar prinsip kerja rem cakram:



Gambar 2.4 Prinsip kerja rem cakram<sup>[4]</sup>

Gambar 2.4 adalah gambar tentang prinsip kerja rem cakram. Prinsip kerja rem jenis cakram adalah saat tuas rem ditekan maka komponen pada master *cylinder* akan menekan cairan fluida/minyak rem ke *calliper* dan mendorong piston yang akan mengakibatkan *pad* menekan rotor(*disc brake*), untuk terjadi proses pengereman tersebut bergantung juga terhadap gaya tekan yang diberikan pengendara untuk menarik tuas rem, semakin besar gaya tarik tuas rem maka gaya pengereman akan besar.

- Perbedaan antara rem cakram dan rem tromol

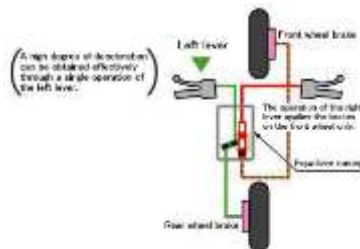
Terdapat perbedaan antara rem cakram dan rem tromol seperti tabel 2.1, antara lain:

Tabel 2.1 Perbedaan rem cakram dengan rem tromol<sup>[5]</sup>

Sifat	Rem Tromol	Rem Cakram
Gaya kerja	Memberikan kekuatan sendiri	Tidak memberikan kekuatan sendiri
Pendinginan	Kurang	Baik
Temperatur kerja	Rendah	Tinggi
Kearifan kanvas	Sedikit	Banyak
Cara menyetel	Manual/setengah otomatis	Otomatis
Waktu yang diperlukan servis	Lama	Cepat

#### 2.1.1.1 Sistem Pengereman *Combi Brake Sytem*

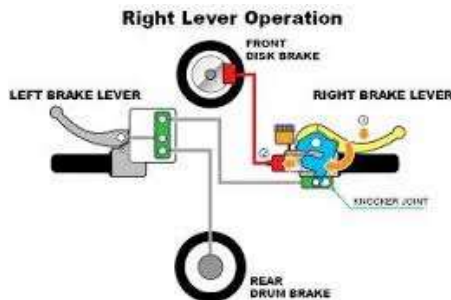
*Combi Brake Sytem* adalah sistem pengereman yang mengkombinasikan antara rem depan dan belakang. Pada tuas kiri, rem akan bekerja secara bersamaan pada roda depan dan belakang melalui *equilizer*. Tujuan CBS adalah untuk meningkatkan perlambatan diperoleh dari tuas rem kiri yang sebelumnya relatif lebih rendah selama penerapan rem roda belakang. Untuk mencapai tujuan tersebut, dimungkinkan untuk menerapkan rem secara bersamaan pada roda depan dan belakang dengan pengoperasian tuas rem kiri. Gambar 2.5 adalah skema proses pengereman CBS:

Gambar 2.5 Skema proses pengereman CBS<sup>[6]</sup>

Prinsip kerja dari CBS yaitu pada saat *Lever L* sedikit ditekan maka *equalizer* akan mulai menarik kabel *rear brake* (*rear brake on*). Jika *lever left* ditekan hingga maksimal, maka *equalizer* akan menarik kabel *front brake* dan *rear brake* secara bersamaan dengan porsi pengereman yang lebih besar pada *rear brake*. Sedangkan, saat *lever right* ditekan maka yang terjadi pengereman depan saja (*front brake only*) dan CBS part tidak berfungsi. Di bawah ini adalah gambar tentang prinsip kerja CBS:



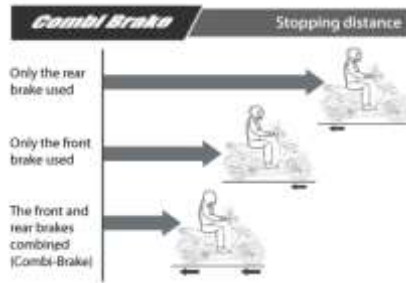
(a)



(b)

Gambar 2.6 (a) Prinsip kerja CBS ketika tuas kiri ditarik, (b) Prinsip kerja CBS ketika tuas rem kanan ditarik<sup>[7]</sup>

Gambar 2.7 adalah ilustrasi perbandingan antara rem tunggal dan kombinasi:



Gambar 2.7 Ilustrasi perbandingan rem tunggal dengan kombinasi<sup>[7]</sup>

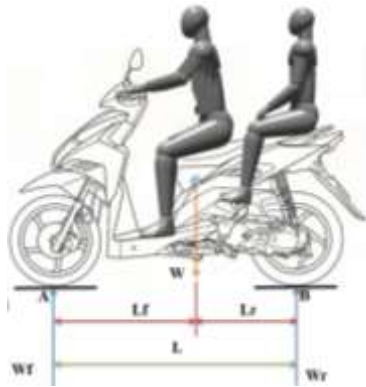
## 2.1.2 Analisa Pengereman

### 2.1.2.1 Cara Mencari CG(*Center of Gravity*)

Sebelum jauh melakukan percobaan dan perhitungan secara menyeluruh, perlu diketahui tentang posisi *center of gravity* kendaraan untuk lebih memudahkan dalam perhitungan. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- **Mencari  $L_f$  dan  $L_r$**

Untuk mencari  $L_f$  dan  $L_r$  maka kendaraan perlu untuk ditimbang dengan cara menaruh timbangan badan tepat di bawah roda depan dan roda belakang. Dalam hal ini untuk penimbangan harus dalam kondisi tepat horisontal. Gambar 2.8 adalah penimbangan bidang datar:



Gambar 2.8 Penimbangan bidang datar<sup>[8]</sup>

Pada penimbangan ini akan didapatkan nilai  $W_f$  dan  $W_r$  yaitu merupakan distribusi berat depan dan belakang. Untuk mencari  $L_r$  dapat menggunakan rumus di bawah ini:  
Tumpuan yang digunakan adalah titik B:

$$\Sigma M_B = 0$$

$$W_f \cdot L - W \cdot L_r = 0$$

$$W_f \cdot L = W \cdot L_r$$

$$\frac{W_f \cdot L}{W} = L_r \dots\dots\dots 2.1$$

Sedangkan untuk mencari  $L_f$  dapat menggunakan rumus di bawah ini:

Tumpuan yang digunakan adalah titik A:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$W \cdot L_f - W_r \cdot L = 0$$

$$W \cdot L_f = W_r \cdot L$$

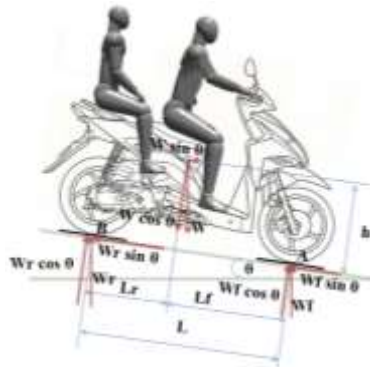
$$L_f = \frac{W_r \cdot L}{W} \dots\dots\dots 2.2$$

dimana :

- $L_f$  = jarak dari CG sampai tumpuan roda depan
- $L_r$  = jarak dari CG sampai tumpuan roda belakang
- $L$  = jarak total antara tumpuan depan dan belakang
- $W_f$  = berat kendaraan bagian depan + penumpang
- $W_r$  = berat kendaraan bagian belakang + penumpang
- $W$  = berat total kendaraan + penumpang

#### • Mencari nilai h

Mencari nilai h dalam penentuan CG diperlukan penimbangan kendaraan pada kondisi tanjakan. Proses penimbangan sama dengan sebelumnya, yaitu dengan timbangan diletakkan di bawah tumpuan ban depan dan belakang. Gambar 2.9 adalah distribusi gaya-gaya pada penimbangan miring:



Gambar 2.9 Distribusi gaya-gaya pada penimbangan bidang miring<sup>[9]</sup>

Hasil dari penimbangan yaitu  $W_r$  dan  $W_f$ . Setelah itu nilai  $h$  bisa didapat dengan persamaan dimana tumpuan yang digunakan adalah roda depan:

$$\Sigma M_{roda\ depan} = 0$$

$$W_r \cos \theta \cdot L - W \cos \theta \cdot L_f + W \sin \theta \cdot h = 0$$

$$h = \frac{W \cos \theta \cdot L_f - W_r \cos \theta \cdot L}{W \sin \theta} \dots\dots\dots 2.3$$

dimana :

- $h$  = jarak pusat CG dengan tanah
- $\theta$  = sudut tanjakan
- $L_f$  = jarak dari CG sampai tumpuan roda depan
- $L_r$  = jarak dari CG sampai tumpuan roda belakang
- $L$  = jarak total antara tumpuan depan dan belakang
- $W_f$  = berat kendaraan bagian depan + penumpang
- $W_r$  = berat kendaraan bagian belakang + penumpang
- $W$  = berat total kendaraan + penumpang

Selain itu, terdapat cara lain untuk menentukan titik berat yaitu dengan cara menggunakan rumus di bawah ini yaitu:

$$x = \frac{\Sigma x_i m_i}{\Sigma m_i} \dots\dots\dots 2.4$$

dan

$$y = \frac{\Sigma y_i m_i}{\Sigma m_i} \dots\dots\dots 2.5$$

dimana:

- $x$  = letak titik berat pada sumbu  $x$
- $x_i$  = letak titik berat massa  $i$  pada sumbu  $x$
- $m_i$  = massa  $i$



- $y$  = letak titik berat pada sumbu  $y$   
 $y_i$  = letak titik berat massa  $i$  pada sumbu  $y$

### 2.1.2.2 Jarak Pengereman

Kinerja dari sistem pengereman sebuah kendaraan dapat dinilai melalui sebuah parameter yaitu jarak pengereman. Semakin kecil jarak pengereman suatu kendaraan yang berjalan dari kecepatan tertentu sampai kendaraan tersebut berhenti maka semakin baik pula kinerja sistem pengereman dari kendaraan tersebut. Jika efisiensi pengereman  $< 100\%$  maka jarak pengereman akan lebih besar daripada jarak pengereman minimum kendaraan. Gambar 2.10 adalah gaya-gaya saat pengereman:



Gambar 2.10 Gaya-gaya saat pengereman<sup>[9]</sup>

Dalam kondisi ini jarak pengereman sebuah kendaraan dapat dirumuskan :

$$a = \frac{F_{bmax}}{m}$$

$$a = \frac{F_{bmax} \cdot \Sigma R}{m \cdot \gamma_m}$$

$$a \cdot ds = \left( \frac{F_{bmax} + \Sigma R}{\gamma_m \cdot m} \right) ds$$

$$a \cdot d(v \cdot t) = \left( \frac{F_{bmax} + \Sigma R}{\gamma_m \cdot \frac{W}{g}} \right) ds$$

$$a \cdot d(v) \cdot t = \left( \frac{F_{bmax} + \Sigma R}{\gamma_m \cdot \frac{W}{g}} \right) ds$$

$$v \cdot dv = \left( \frac{F_{bmax} + \Sigma R}{\gamma_m \cdot \frac{W}{g}} \right) ds$$

$$ds = \frac{\gamma_m \cdot W}{g \cdot (F_{bmax} + \Sigma R)} v \cdot dv$$

$$ds = \frac{\gamma_m \cdot W}{g} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{F_{bmax} + \Sigma R} dv$$

$$ds = \frac{\gamma_m \cdot W}{g} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{F_{bmax} + R_r + R_a} dv$$

$$ds = \frac{\gamma_m \cdot W}{g} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{\mu_s \cdot W + f_r \cdot W + C_{ae} \cdot V_1^2} dv$$

$$s = \frac{\gamma_m \cdot W}{2 \cdot g \cdot C_{ae}} \cdot \ln \left( 1 + \frac{C_{ae} \cdot V_1^2}{\mu_s \cdot W + f_{r \text{ kendaraan}} \cdot W} \right) \dots\dots\dots 2.6$$

dimana :

- s = jarak pengereman(m)
- $\gamma_m$  = faktor equivalen massa( $\gamma_m = 1,04$ )
- $F_{bmax}$  = gaya pengereman kendaraan dengan variasi massa(N)
- g = percepatan gravitasi( $m/s^2$ )
- $C_{ae}$  =  $\rho/2 \cdot C_d \cdot A_f$
- $V_1$  = kecepatan awal kendaraan(m/s)
- $\mu_s$  = koefisien adhesi roda *lock*
- $f_{r \text{ kendaraan}}$  = nilai rata-rata koefisien hambatan *rolling*
- Rr = gaya hambatan *rolling* pada roda(N)
- Ra = hambatan aerodinamik(N)

Di bawah ini adalah tabel tentang koefisien hambat aerodinamis untuk kendaraan:

Tabel 2.2 Koefisien hambat aerodinamis untuk kendaraan<sup>[8]</sup>

No	Jenis Kendaraan	Koefisien Hambat
1	Kendaraan penumpang	0,3 - 0,6
2	Kendaraan convertible	0,4 - 0,65
3	Kendaraan balap	0,25 - 0,3
4	Bus	0,6 - 0,7
5	Truck	0,8 – 1
6	Tractor – trailer	0,8 - 1,3
7	Sepeda motor + pengendara	1,8

Tabel 2.3 adalah nilai koefisien adhesi ban pada bermacam-macam jenis jalan:

Tabel 2.3 Koefisien adhesi ban pada bermacam-macam jenis jalan berdasarkan J.J Taborek<sup>[9]</sup>

No	Permukaan Jalan	Koefisien adhesi tertinggi $\mu_p$	Koefisien adhesi roda <i>lock</i> $\mu_s$
1	Aspal dan beton (kering)	0,85	0,75
2	Aspal (basah )	0,6	0,58
3	Beton (basah )	0,8	0,7
4	<i>Gravel</i>	0,6	0,55
5	Jalan tanah(kering)	0,68	0,65
6	Jalan tanah (basah)	0,55	0,45
7	<i>Snow</i>	0,2	0,15
8	<i>Ice</i>	0,1	0,07

Tabel 2.4 adalah nilai rata-rata koefisien hambatan *rolling* untuk beberapa jenis ban dan kondisi jalan:

Tabel 2.4 Nilai rata-rata koefisien hambatan *rolling* untuk beberapa jenis ban dan kondisi jalan berdasarkan J.J Taborek<sup>[9]</sup>

Jenis Kendaraan	Permukaan Jalan		
	Beton	Keras/Aspal	Pasir
Kendaraan Penumpang	0,015	0,08	0,3
Truk	0,012	0,06	0,25
Traktor	0,020	0,04	0,2

Akan tetapi, dalam kenyataan selalu terjadi keterlambatan respon dari sistem rem sebuah kendaraan, hal ini mengakibatkan jarak pengereman aktual selalu lebih besar dari perhitungan. Sebagai pendekatan, tambahan jarak pengereman akibat dari keterlambatan respon sistem pengereman dapat dirumuskan:

$$S_a = t_d \cdot V_1 \dots\dots\dots 2.7$$

dimana:

- $S_a$  = pendekatan jarak tambahan pengereman akibat keterlambatan respon sistem(m)  
 $t_d$  = waktu respon dari sistem rem  $\approx 0,3$  s  
 $V_1$  = kecepatan awal kendaraan (m/s)

Maka jarak pengereman total dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S_{tot} = S + S_a$$

$$S_{tot} = \frac{\gamma_m \cdot W}{2 \cdot g \cdot C_{ae}} \cdot \ln \left( 1 + \frac{C_{ae} \cdot V_1^2}{\mu_s \cdot W + f_{r \text{ kendaraan}} \cdot W} \right) + t_d \cdot V_1 \dots\dots\dots 2.8$$

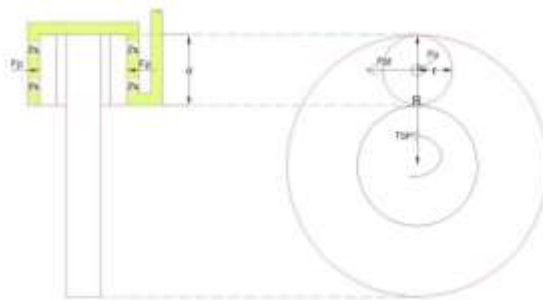
dimana:

- $S_{tot}$  = jarak pengereman total(m)

## 2.1.3 Analisa Gaya Pengereman

### 2.1.3.1 Rem Cakram

Gaya pengereman pada rem *disc brake* adalah gaya yang diberikan oleh *brake pad* terhadap piringan cakram(rotor). Gambar 2.11 adalah gaya-gaya pada rem cakram:



Gambar 2.11 Gaya-gaya pada rem cakram<sup>[10]</sup>

Gaya piston yang menekan pada *brake* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_p = P_e \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot d_{piston\ kaliper}^2 \dots\dots\dots 2.9$$

dimana :

$F_p$  = gaya yang menekan pada rem(N)  
 $P_e$  = tekanan hidrolik(N/m<sup>2</sup>)  
 $d_{piston\ kaliper}$  = diameter piston kaliper(m)

Sedangkan gaya gesek pengereman dapat dirumuskan menjadi:

$$F_{bf} = 2 \cdot \mu_{cakram} \cdot F_p \dots\dots\dots 2.10$$

dimana :

$F_{bf}$  = gaya gesek pengereman rem cakram(N)  
 $\mu_{cakram}$  = koefisien gesek pada rem

Nilai koefisien gesek dari pada rem berbeda-beda sesuai dengan bahan dari pada rem tersebut. Tabel 2.5 adalah nilai koefisien gesek berbagai bahan pada rem:

Tabel 2.5 Koefisien gesek berbagai bahan pada rem<sup>[8]</sup>

No	Bahan Gesek	Koefisien Gesek ( $\mu$ )
1.	Besi Cor	0,08 – 0,12
2.	Perunggu	0,10 – 0,20
3.	Kayu	0,10 – 0,35
4.	Tenunan	0,35 – 0,60
5.	Cetakan/Pasta	0,30 – 0,60
6.	Paduan Sinter	0,20 – 0,50

Torsi pengereman rem model cakram dapat diperoleh menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$T_{bf} = F_{bf} \cdot (R_{cakram} - r_{piston\ kaliper}) \dots\dots\dots 2.11$$

dimana :

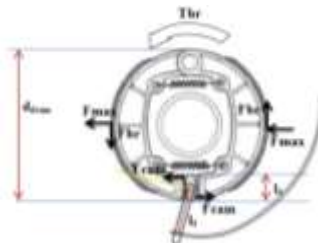
$T_{bf}$	= torsi pengereman rem cakram(N.m)
$F_{bf}$	= gaya gesek pengereman rem cakram(N)
$R_{cakram}$	= jari-jari rotor/piringan cakram(m)
$r_{piston\ kaliper}$	= jari-jari piston kaliper(m)

### 2.1.3.2 Rem Tromol

Gaya pengereman pada rem tromol adalah gaya yang diberikan tangan pada tuas rem untuk menggerakkan sepatu rem tromol melalui kabel. Gambar 2.12 adalah gaya rem tromol:



(a)



(b)

Gambar 2.12 (a) Gaya pada tuas rem kiri, (b) gaya-gaya pada rem tromol<sup>[11]</sup>

Untuk mendapatkan gaya pada *cam* di dapatkan perumusan sebagai berikut:

$$F_{cam} = F_{tangan} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{l_3}{\frac{1}{2}l_4} \dots\dots\dots 2.12$$

Setelah didapatkan gaya pada *cam* untuk mendapatkan gaya rem tromol dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_{max} = 2 \cdot F_{Cam} \dots\dots\dots 2.13$$

$$F_{br\ kiri} = F_{br\ kanan} = F_{max} \cdot \mu_{tromol} \dots\dots\dots 2.14$$

Tromol memiliki 2 sepatu tromol yang bergesekan dengan *drum brake* maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{br} = F_{br\ kiri} + F_{br\ kanan} \dots\dots\dots 2.15$$

Torsi pengereman pada rem tromol bisa didapat dengan perumusan:

$$T_{br} = r_{drum} \cdot F_{br} \dots\dots\dots 2.16$$

dimana :

$F_{tangan}$	= gaya yang diberikan tangan untuk menarik tuas(N)
$T_{br}$	= torsi pengereman rem tromol(N.m)
$F_{br\ kanan}$	= gaya maksimal yang bisa di berikan rem tromol sebelah kanan(N)
$F_{br\ kiri}$	= gaya maksimal yang bisa di berikan rem tromol sebelah kiri(N)
$F_{br}$	= gaya maksimal yang bisa diberikan rem tromol(N)
$r_{drum}$	= jari-jari <i>drum</i> tromol(m)



$d_{drum}$	= diameter <i>drum</i> tromol(m)
$\mu_{tromol}$	= koefisien gesek antara sepatu rem dengan <i>drum</i> tromol
$F_{cam}$	= gaya yang diberikan cam untuk menggerakkan sepatu rem(N)
$F_{max}$	= gaya maksimal yang diberikan sepatu rem terhadap <i>drum</i> tromol(N)
$l_1$	= panjang tuas rem kiri(m)
$l_2$	= jarak antara pivot tuas rem dan lubang tempat dipasangnya kabel rem(m)
$l_3$	= panjang tuas penyambung antara kabel rem dengan <i>cam</i> (m)
$l_4$	= panjang <i>cam</i> (m)

Untuk mendapatkan gaya maksimal yang diberikan tangan pada tuas rem bisa menggunakan neraca pegas. Gambar 2.13 adalah pengukuran gaya tangan untuk pengereman dengan neraca pegas:



Gambar 2.13 Pengukuran gaya tangan untuk pengereman dengan neraca pegas<sup>[8]</sup>

#### 2.1.4 Menghitung $K_{br}$ Dan $K_{br}$ yang Diberikan Sistem

Proporsi pengereman berdasarkan dimensi dari piranti pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Proporsi gaya rem depan

$$K_{bf} = \frac{T_{bf}}{T_{bf} + T_{br}} \dots\dots\dots 2.17$$

- Proporsi gaya rem belakang

$$K_{br} = \frac{T_{br}}{T_{br} + T_{bf}} \dots\dots\dots 2.18$$

Maka

$$K_{bf} + K_{br} = 1 \dots\dots\dots 2.19$$

dimana :

- $K_{bf}$  = proporsi gaya rem depan
- $K_{br}$  = proporsi gaya rem belakang
- $T_{bf}$  = torsi pengereman rem depan(cakram)
- $T_{br}$  = torsi pengereman rem belakang(tromol)

### 2.1.5 Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan Sistem

Distribusi gaya pengereman antara roda depan dan belakang dapat diketahui dengan cara mencari proporsi pengereman antara roda depan dan roda belakang. Gambar 2.14 adalah gaya-gaya pengereman untuk mencari distribusi pengereman yang dibutuhkan:



Gambar 2.14 Gaya-gaya saat pengereman untuk mencari distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem<sup>[9]</sup>

Proporsi pengereman dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Mencari  $W_f$

Tumpuan yang digunakan adalah tumpuan titik B:

$$\Sigma M_B = 0$$

$$W_f \cdot L - W \cdot L_r - m \cdot a \cdot h + R_a \cdot h = 0$$

$$W_f = \frac{W \cdot L_r + m \cdot a \cdot h - R_a \cdot h}{L}$$

$$W_f = \frac{W \cdot L_r}{L} + \frac{h}{L} (m \cdot a - R_a) \dots\dots\dots 2.20$$

- Mencari  $W_r$

Tumpuan yang digunakan adalah tumpuan titik A

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-W_r \cdot L + W \cdot L_f - m \cdot a \cdot h + R_a \cdot h = 0$$

$$-W_r = \frac{-W \cdot L_f + m \cdot a \cdot h - R_a \cdot h}{L}$$

$$W_r = W \cdot \frac{L_f}{L} - \frac{h}{L} (m \cdot a - R_a) \dots\dots\dots 2.21$$

dimana:

$$F_{bf} + F_{br} + R_{rf} + R_{rr} + R_a - m \cdot a = 0$$

$$F_b + R_r + R_a - m \cdot a = 0$$

$$F_b + R_r = m \cdot a - R_a \dots\dots\dots 2.22$$

Persamaan 2.29 disubstitusi ke 2.27 seperti berikut:

$$W_f = W \cdot \frac{L_r}{L} + \frac{h}{L} (F_b + R_r)$$

$$W_f = \frac{1}{L} \left( W \cdot L_r + h(\mu_s \cdot W + f_r \text{ kecepatan} \cdot W) \right)$$

$$W_f = \frac{W}{L} \left( L_r + h(\mu_s + f_r \text{ kecepatan}) \right) \dots\dots\dots 2.23$$

Persamaan 2.29 disubsitusi ke 2.28 seperti berikut:

$$W_r = W \cdot \frac{L_f}{L} - \frac{h}{L} (F_b + R_r)$$

$$W_r = \frac{1}{L} \left( W \cdot L_f - h(\mu_s \cdot W + f_r \text{ kecepatan} \cdot W) \right)$$

$$W_r = \frac{W}{L} \left( L_f - h(\mu_s + f_r \text{ kecepatan}) \right) \dots\dots\dots 2.24$$

- Proporsi gaya rem depan

$$K_{bf} = \frac{W_f}{W} \dots\dots\dots 2.25$$

- Proporsi gaya rem belakang

$$K_{br} = \frac{W_r}{W} \dots\dots\dots 2.26$$

dimana:

$W_f$  = berat kendaraan bagian depan dengan penumpang(N)

$W_r$  = berat kendaraan bagian belakang dengan penumpang(N)

$W$  = berat total kendaraan dengan penumpang(N)

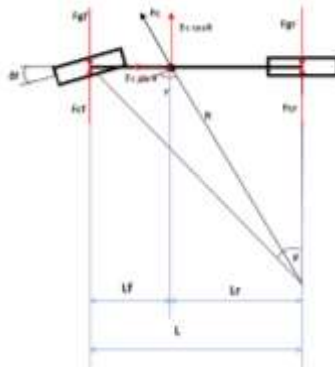
$L_f$	= jarak dari CG sampai tumpuan roda depan(m)
$L_r$	= jarak dari CG sampai tumpuan roda belakang(m)
$L$	= jarak total antara tumpuan depan dengan penumpang(m)
$\mu_s$	= koefisien adhesi roda <i>lock</i>
$f_r \text{ kecepatan}$	= koefisien <i>rolling resistance</i> akibat kecepatan
$R_r$	= gaya hambatan <i>rolling</i> pada roda(N)
$R_a$	= hambatan aerodinamik(N)

Di bawah ini adalah tabel nilai  $f_r$  pada sepeda motor:

Tabel 2.6 Nilai  $f_r$  pada sepeda motor<sup>[8]</sup>

V(km/jam)	$f_r \text{ kecepatan}$
10	0,0175
20	0,017625
30	0,0178
40	0,018
50	0,0182
60	0,01845
70	0,018675
80	0,018925
90	0,0192
100	0,019625
110	0,02005

### 2.1.6 Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan pada saat Pengereman dalam Keadaan Belok



Gambar 2.15 Gaya-gaya saat kendaraan belok<sup>[9]</sup>

Pada gambar 2.15 ditunjukkan gaya-gaya kendaraan pada saat berbelok. Dari gambar tersebut bisa disimpulkan bahwa gaya-gaya yang berpengaruh saat kendaraan belok adalah  $F_g$  dan  $F_c$ , baik itu depan ataupun belakang. Sehingga perilaku kestabilan arah kendaraan saat kondisi belok dapat diketahui:

$$F_{gf} = W_f \cdot \mu \quad \dots\dots\dots 2.27$$

$$F_{gr} = W_r \cdot \mu \quad \dots\dots\dots 2.28$$

$$\delta_f = \frac{L_r}{R} 57.29 \quad \dots\dots\dots 2.29$$

$$F_{cf} = \frac{L_r}{L} \times \frac{mV^2}{R} \cos \delta_f \quad \dots\dots\dots 2.30$$

$$F_{cr} = \frac{L_f}{L} \times \frac{mV^2}{R} \cos \delta_f \quad \dots\dots\dots 2.31$$

Kendaraan akan mengalami *skid* pada ban depan jika  $F_{cf} > F_{gf}$  dan mengalami *skid* pada ban belakang jika  $F_{cr} > F_{gr}$ .

dimana:

- $F_{gf}$  = gaya gesek pada roda belakang(N)
- $F_{cf}$  = gaya centrifugal kendaraan pada roda depan(N)
- $F_{gr}$  = gaya gesek pada roda belakang(N)
- $F_{cr}$  = gaya centrifugal kendaraan roda belakang (N)
- $\delta_f$  = sudut belok roda depan
- R = radius belok ackerman(m)

## 2.2 Kajian Pustaka

Analisa *combi brake system*(CBS) sebelumnya sudah pernah dilakukan oleh Enggar Rofiq Subagio dalam tugas akhirnya tentang **Analisa Sistem Pengereman CBS(Combi Brake System) pada Skuter Matik Vario 125 PGM-FI** membahas tentang distribusi pengeraman secara teoritis dan aktual, mencari jarak pengereman minimum dari kendaraan dan mengetahui kestabilan arah kendaraan pada saat diberi gaya pengereman dengan variasi kecepatan. Yang menjadikan beda dalam tugas akhir saya adalah tentang variasinya yaitu variasi massa, radius belok dan jenis kendaraan.

### 2.2.1 Distribusi Pengereman secara Teoritis dan Aktual

Distribusi pengereman teoritis adalah distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem. Analisa distribusi pengereman untuk mendapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan sistem dilakukan dengan menganalisa gaya vertikal yang bekerja pada roda kendaraan pada saat pengereman dengan variasi kecepatan yang sudah ditentukan. Dengan persamaan (2.21), (2.22), (2.23), dan (2.24) bisa didapatkan nilai distribusi pengereman depan dan belakang kendaraan. Distribusi pengereman aktual disini adalah distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem. Distribusi pengereman aktual ini dapat

dicari melalui perhitungan gaya-gaya yang terjadi pada rem. Gaya pengereman ada 2, yaitu:

- Gaya pengereman pada rem depan(cakram)  
Persamaan (2.9) didapatkan nilai gaya piston pada rem depan. Tekanan hidrolik master silinder( $P_e$ ) dapat diperoleh dengan pengukuran menggunakan *pressure gauge* yang diletakkan pada saluran pengereman. Sehingga persamaan (2.11) didapat nilai gaya pengereman rem depan.
- Gaya pengereman rem belakang(tromol)

Perhitungan gaya pengereman belakang dilakukan menggunakan persamaan (2.12), (2.13), (2.14), (2.15), dan (2.16) didapatkan nilai gaya pengereman rem belakang.

Setelah mengetahui nilai gaya pengereman pada rem depan dan belakang, dengan menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18) didapatkan nilai proporsi gaya rem depan( $K_{bf}$ ) dan proporsi gaya rem belakang( $K_{br}$ ).

Dengan data-data yang sudah didapat maka perbandingan distribusi pengereman secara teoritis dan aktual dilakukan untuk melihat apakah sistem pengereman CBS pada kendaraan Vario 125 PGM-FI memberikan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem atau tidak. Di bawah ini adalah tabel tentang perbandingan distribusi pengereman teoritis dan aktual:

Tabel 2.7 Perbandingan distribusi pengereman teoritis dan aktual<sup>[8]</sup>

V (km/jam)	Distribusi pengereman teoritis (yang dibutuhkan)		Distribusi pengereman aktual (yang diberikan)	
	Kbf	Kbr	Kbf	Kbr
20	0.721093	0.278907	0.79003	0.20997
30	0.72117	0.27883		
40	0.72125	0.278742		
50	0.721345	0.278655		
60	0.721093	0.278545		

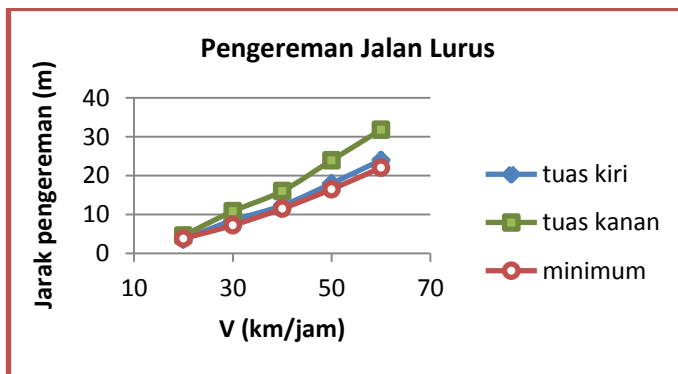


Tabel 2.7 menunjukkan perbandingan distribusi pengereman teoritis dan aktual. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai  $K_{bf}$  yang diberikan sistem lebih besar daripada yang dibutuhkan, sementara nilai  $K_{br}$  yang diberikan lebih kecil daripada yang dibutuhkan. Pada dasarnya jika nilai  $K_{bf}$  lebih besar dari  $K_{br}$ , maka kendaraan akan cenderung *oversteer* (*skid* pada ban belakang).

### 2.2.2 Mencari Jarak Pengereman Minimum dari Kendaraan

Perhitungan jarak pengereman minimum bagi kendaraan Vario 125 PGM-FI ini dilakukan pada setiap variasi kecepatan, yaitu pada kecepatan 20, 30, 40, 50, dan 60 km/jam. Dengan persamaan (2.6), (2.7) dan (2.8) didapat nilai jarak pengereman minimum kendaraan pada setiap kecepatan.

Perbandingan jarak pengereman minimum dengan jarak pengereman saat percobaan dilakukan untuk melihat apakah pengereman kendaraan Vario 125 PGM FI sudah bekerja dengan ideal. Di bawah ini adalah gambar perbandingan jarak pengereman teoritis dengan aktual pada jalan lurus:



Gambar 2.16 Grafik perbandingan jarak pengereman teoritis dengan aktual pada jalan lurus<sup>[8]</sup>

Gambar 2.16 adalah grafik perbandingan jarak pengereman teoritis dan aktual pada jalan lurus. Dari gambar 2.16 pada grafik di atas dapat disimpulkan bahwa jarak pengereman secara percobaan belum sesuai dengan jarak pengereman minimum yang bisa dicapai oleh kendaraan. Namun, dari percobaan yang telah dilakukan pengereman menggunakan tuas rem kiri lebih mendekati jarak pengereman minimum kendaraan sehingga pengereman menggunakan tuas kiri lebih disarankan karena memiliki jarak pengereman yang lebih pendek.

### 2.2.3 Analisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok

Untuk menganalisa kestabilan arah kendaraan pada saat pengereman dalam keadaan belok perlu diketahui gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan. Menghitung nilai dari  $F_{gf}$ ,  $F_{cf}$ ,  $F_{gr}$  dan  $F_{cr}$  dapat menggunakan persamaan (2.27), (2.28), (2.29), (2.30) dan (2.31). Dari hasil perhitungan dan percobaan maka dapat di simpulkan seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2.8 Perbandingan analisa *skid* secara teoritis dan aktual berdasarkan variasi Kecepatan[8]

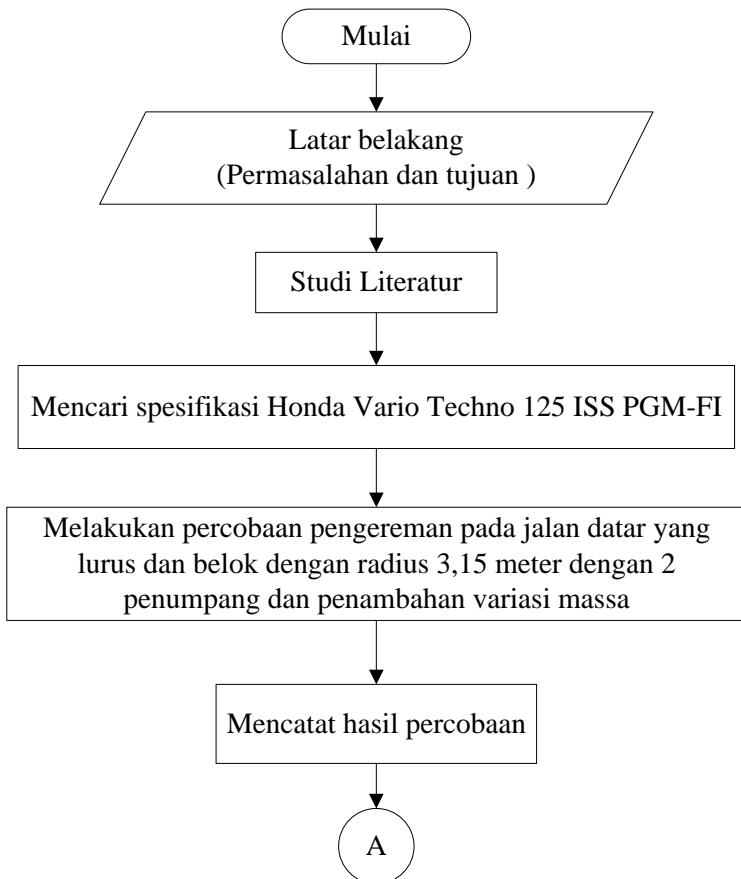
V (Km/jam)	Analisa <i>skid</i> melalui percobaan		Analisa <i>skid</i> secara teoritis	
	Kiri	Kanan	$F_{cr} > F_{gr}$ ( <i>skid</i> ban belakang)	$F_{cf} > F_{gf}$ ( <i>skid</i> ban depan)
20	N	N	N	N
30	N	N	N	N
40	Y	N	N	N
50	Y	N	N	N
60	Y	N	Y	N

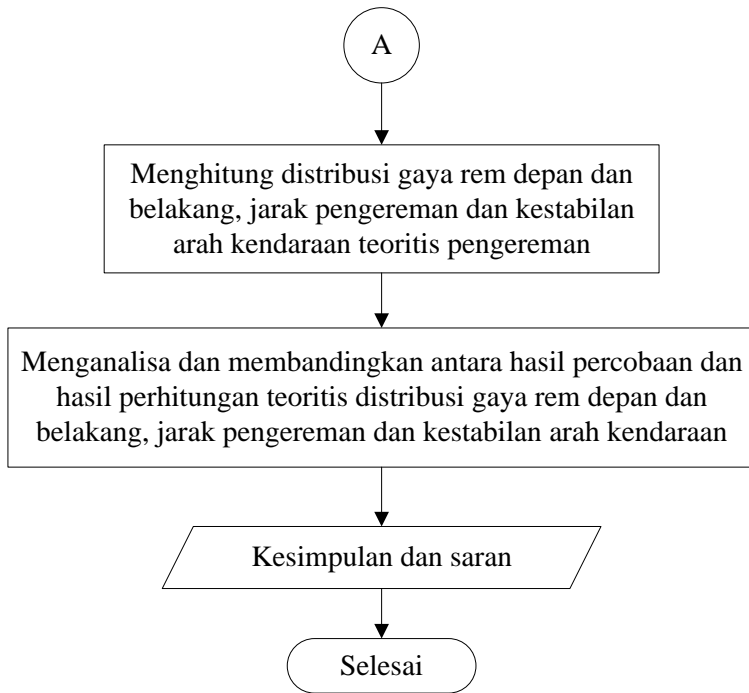
Dapat dilihat pada tabel 2.8 bahwa secara teori kendaraan hanya mengalami *skid* pada ban belakang pada kecepatan 60 km/jam. Namun, pada percobaan terjadi *skid* pada ban belakang mulai dari kecepatan 40 km/jam sampai 60 km/jam. Hal ini dikarenakan distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem memiliki nilai  $K_{bf}$  yang lebih tinggi daripada distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem, sehingga kendaraan cenderung mengalami *skid* pada ban belakang saat dilakukan pengereman.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Flowchart Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





Gambar 3.1 Flowchart penelitian

Gambar 3.1 adalah gambar flowchart penelitian dari tugas akhir **Analisa Sistem Pengereman *Combi Brake System*(CBS) pada Honda Vario Techno 125 *Idling Stop System*(ISS) PGM-FI dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa**, latar belakang dari tugas akhir ini adalah permasalahan yang ada di masyarakat dan membahas tugas akhir Enggar Sodik Subagio yang belum dilakukan. Selain itu, merumuskan tujuan penelitian dan tahapan-tahapan dalam proses penelitian ini antara lain:

1. Literatur berasal dari internet, jurnal, buku dan tugas akhir Enggar Sodik Subagio sebagai dasar teori dan kajian pustaka,

2. Spesifikasi Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI diperlukan untuk data percobaan dan perhitungan,
3. Percobaan pengereman dilakukan pada jalan datar yang lurus dan belok dengan radius belok sebesar 18,779 meter dengan penambahan variasi massa sehingga didapatkan data untuk dianalisa, jalan yang digunakan adalah aspal kering dan aspal basah. Adapun cara percobaan dijelaskan pada flowchart percobaan,
4. Dalam percobaan didapatkan data-data yang diperlukan maka data tersebut dicatat,
5. Dilakukan proses perhitungan dari data-data yang didapat untuk mendapatkan nilai distribusi gaya rem depan dan belakang, jarak pengereman dan kestabilan arah kendaraan teoritis pengereman,
6. Dilakukan proses analisa dan membandingkan hasil percobaan dengan hasil perhitungan secara teoritis.

Setelah melakukan tahapan-tahapan diatas maka dapat menarik kesimpulan dari tujuannya yaitu membandingkan distribusi gaya rem depan dan belakang secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS), membandingkan jarak pengereman kendaraan secara teoritis dan aktual dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS) dan mengetahui stabilitas arah kendaraan jika diberi gaya rem dengan penambahan variasi massa pada sistem rem *combi brake system* (CBS). Selain menarik kesimpulan juga dapat memberikan saran berupa letak CG yang tepat dengan adanya penambahan massa yang dibawa oleh penumpang tersebut.

### **3.2 Peralatan yang Digunakan**

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI

Di bawah ini adalah gambar tentang kendaraan yang akan diuji dan spesifikasi dari Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI sebagai alat penelitian yang digunakan:



(a)

SPESIFIKASI	
Panjang X lebar X tinggi	: 1.815 x 655 x 1.153 mm
Jarak Sumbu Roda	: 1.281 mm
Jarak tanah ke kaki	: 125 mm
Berat kosong	: 112 kg
Tipe rangka	: Tulang punggung
Tipe suspensi depan	: Telestopli
Tipe suspensi belakang	: Lengan ayun dengan shockbreaker tunggal
Ukuran ban depan	: 90/90 - 14 M/C 49P
Ukuran ban belakang	: 90/90 - 14 M/C 49P
Rem depan	: Cakram hidrolik, dengan piston tunggal
Rem belakang	: Tromol
Kapasitas tangki bahan bakar	: 5,5 liter
Tipe mesin	: 4 langkah, SOHC
Diameter x langkah	: 52,4 x 37,5 mm
Volume langkah	: 124,8 cc
Perbandingan Kompresi	: 11,0 : 1
Gaya Maksimum	: 11,3 PS / 8.000 rpm
Torsi Maksimum	: 1,1 kgf.m / 5.000 rpm
Kapasitas Minyak Pelumas Mesin	: 0,6 liter pada penggantian periodik
Kopling Otomatis	: Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Gigi Transmisi	: Otomatis, V-Matic
Pada Pengoperan Gigi	: -
Starter	: Pedal & elektrik
Aki	: 12 V 5 A.h (tipe MF)
Busi	: HD U22PR-9, NGK CPR7EA-9
Sistem Pengapian	: Full Transistorize, Baterai

(b)

Gambar 3.2.(a) Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI, (b) Spesifikasi Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI

Gambar 3.2 adalah kendaraan dan spesifikasi Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI. Data spesifikasi di atas digunakan untuk perhitungan secara teoritis.

## 2. Timbangan Badan

Di bawah ini adalah gambar timbangan badan digital yang merupakan salah satu alat yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 3.3 Timbangan badan digital

Fungsi timbangan badan digital adalah untuk mencari posisi CG(*Center of Gravity*) dari kendaraan yang bersangkutan dan mengetahui berat penumpang yang akan terlibat dalam penelitian ini. Cara yang dilakukan yaitu menaruh timbangan di bawah ban depan dan belakang sehingga didapat distribusi berat bagian depan dan belakang. Hal ini dilakukan 2 kali yaitu pada kondisi horisontal dan kondisi tanjakan  $15^\circ$ . Lalu dengan perumusan yang ada bisa didapatkan posisi CG(*Center of Gravity*).

## 3. Meteran

Gambar 3.4 adalah gambar meteran yang merupakan salah satu alat yang digunakan dalam penelitian:





Gambar 3.4 Meteran

Fungsi meteran adalah untuk mengukur posisi CG (*Center of Gravity*) dari penumpang. Selain itu, untuk mengukur jarak pengereman dalam penelitian/percobaan. Cara mengetahui posisi CG dari penumpang adalah dengan mengukur tingginya dari tanah sampai pusat penumpang. Cara mengetahui jarak pengeremannya dengan cara meletakkan titik nol di posisi saat tuas rem di tarik sampai motor berhenti.

#### 4. Neraca Pegas

Di bawah ini adalah gambar neraca pegas yang merupakan salah satu alat yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 3.5 Neraca pegas

Fungsi neraca pegas adalah alat untuk mengukur gaya tangan dalam menarik tuas rem saat melakukan proses pengereman. Cara mengukurnya dengan menarik pegangan dengan tarikan

yang akan diaplikasikan saat menarik tuas rem, besar gaya tariknya akan terbaca pada neraca pegas tersebut.

#### 5. *Stopwatch*

Di bawah ini adalah gambar *stopwatch* yang merupakan salah satu alat yang digunakan dalam penelitian:

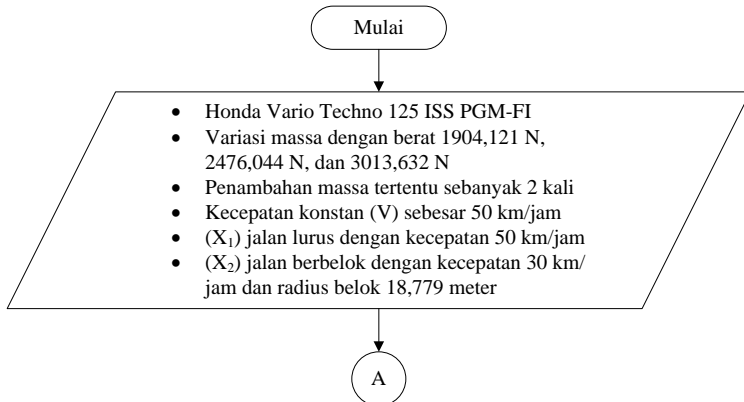


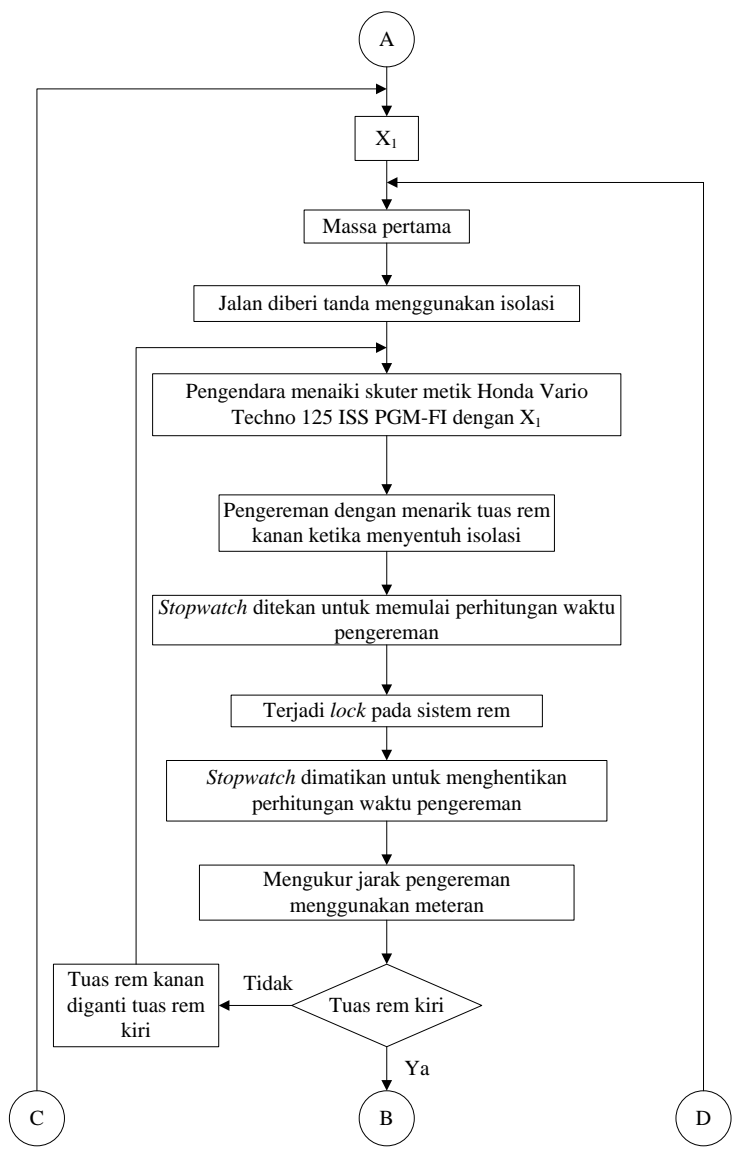
Gambar 3.6 *Stopwatch*

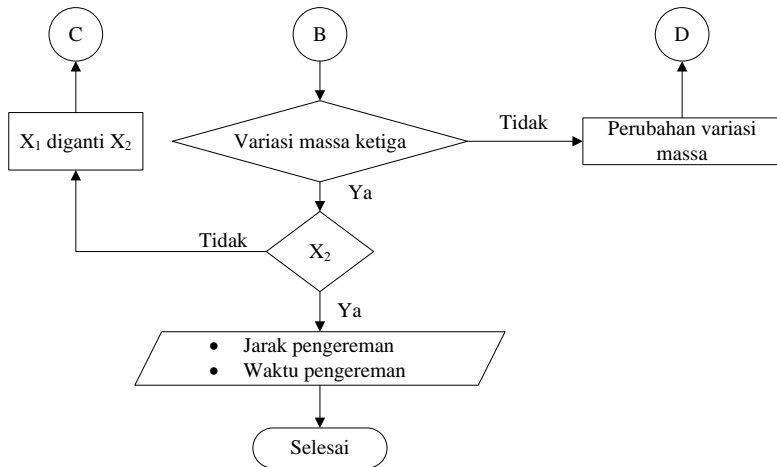
Fungsi *stopwatch* adalah untuk menghitung waktu tuas rem ditarik sampai sistem pengereman *lock*.

### 3.3 Flowchart Percobaan

Percobaan ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:







Gambar 3.7 Flowchart percobaan

Di atas adalah gambar flowchart percobaan dari tugas akhir **Analisa Sistem Pengereman *Combi Brake System*(CBS) pada Honda Vario Techno 125 *Idling Stop System*(ISS) PGM-FI dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa**, tahapan-tahapan dalam percobaan ini antara lain:

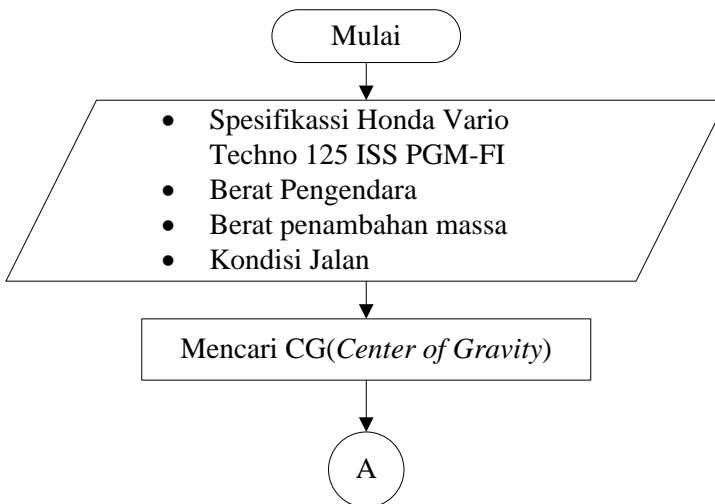
1. Jalan yang digunakan untuk percobaan adalah jalan lurus,
2. massa yang digunakan variasi massa pertama yaitu 1904,121 N,
3. jalan diberi tanda menggunakan isolasi sebagai tanda untuk mulai menarik tuas rem,
4. Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI di kendarai dengan variasi massa pertama dengan kondisi  $X_1$ ,
5. ketika roda depan motor tepat di isolasi sebagai tanda maka tuas rem kanan ditarik,
6. ketika tuas rem kanan ditarik maka *stopwatch* ditekan untuk perhitungan waktu pengereman dimulai,
7. sistem rem telah *lock* maka *stopwatch* dimatikan untuk perhitungan waktu pengereman selesai,

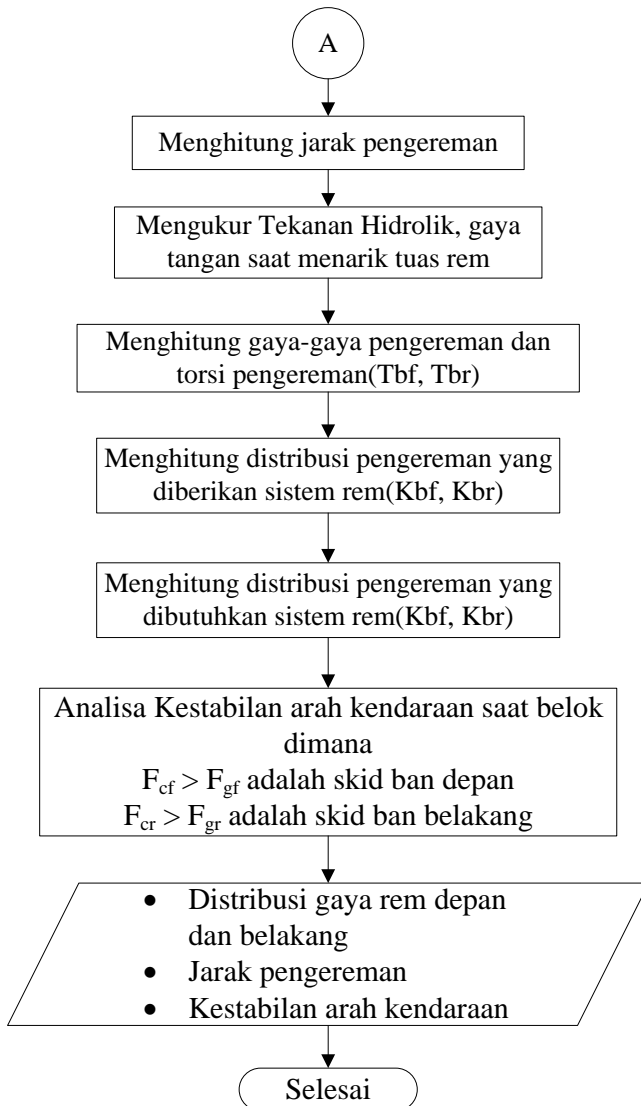
8. jarak pengereman diukur dari jalan yang diberi isolasi sampai sistem rem telah *lock*.
9. percobaan diulang dengan menggunakan tuas rem kiri dengan tahapan yang sama,
10. massa yang digunakan berubah ke massa yang kedua dengan langkah yang sama begitu pula dengan variasi massa ketiga, dan
11. jalan yang dilakukan percobaan diganti dengan jalan berbelok dengan radius 18,779 meter dimana tahapan yang digunakan sama namun pada jalan berbelok tidak mengukur jarak pengereman.

Setelah melakukan tahapan-tahapan di atas maka data-data yang didapatkan adalah jarak pengereman dan waktu pengereman secara aktual.

### 3.4 Flowchart Perhitungan

Perhitungan ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:





Gambar 3.8 Flowchart perhitungan

Gambar 3.8 adalah gambar flowchart perhitungan dari tugas akhir **Analisa Sistem Pengereman *Combi Brake System*(CBS) pada Honda Vario Techno 125 *Idling Stop System*(ISS) PGM-FI dengan Pengaruh Penambahan Variasi Massa**, dengan diketahui spesifikasi Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI, berat penumpang, berat penambah massa dan kondisi jalan maka tahapan perhitungan dalam penelitian ini antara lain:

1. Posisi CG(*Center of Gravity*) kendaraan kosong dicari dengan menggunakan rumus (2.1), (2.2) dan (2.3) dan posisi CG kendaraan dan penumpang menggunakan rumus (2.4) dan (2.5),
2. jarak pengereman dihitung dengan menggunakan rumus (2.6), (2.7), dan (2.8),
3. tekanan hidrolis diukur dengan alat *pressure gauge* pada saluran pengereman. Selain itu, gaya tangan untuk menarik tuas rem diukur dengan neraca pegas,
4. gaya-gaya pengereman dan torsi pengereman dihitung menggunakan rumus (2.9), (2.10), (2.11), (2.12), (2.13), (2.14), (2.15), dan (2.16),
5. distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem rem dihitung menggunakan rumus (2.17) dan (2.18),
6. distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem rem dihitung menggunakan rumus (2.23), (2.24), (2.25), dan (2.26),
7. Kestabilan arah kendaraan berbelok dianalisa menggunakan rumus (2.27), (2.28), (2.29), (2.30), dan (2.31).

Setelah melakukan tahapan-tahapan perhitungan di atas didapatkan distribusi pengereman yang diberikan sistem rem, jarak pengereman dan kestabilan arah kendaraan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pelaksanaan Percobaan**

##### **4.1.1 Jenis Kendaraan**

Jenis kendaraan yang digunakan adalah Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI. Di bawah ini adalah gambar kendaraan yang digunakan dalam pengambilan data tugas akhir:



Gambar 4.1 Kendaraan yang digunakan dalam pengambilan data tugas akhir

Di atas adalah gambar kendaraan yang digunakan dalam pengambilan data tugas akhir. Spesifikasi kendaraan yang dibutuhkan dalam tugas akhir terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Spesifikasi kendaraan yang dibutuhkan

Panjang x lebar x tinggi	1.918 x 689 x 1.103 mm
Jarak sumbu roda	1.281 mm
Rem depan	Cakram hidrolik
Rem belakang	Tromol



#### 4.1.2 Jalan yang Digunakan

Jalan yang digunakan pada saat pengambilan data adalah di daerah sirkuit kenjeran. Di bawah ini adalah gambar jalan lurus yang digunakan untuk pengambilan data:



Gambar 4.2 Jalan lurus yang digunakan untuk pengambilan data

Di atas adalah gambar jalan lurus yang digunakan untuk pengambilan data. Sedangkan, di bawah ini adalah jalan belok dengan radius 18,779 meter yang digunakan untuk pengambilan data:



(a)



(b)

Gambar 4.3 (a) cara menghitung radius belok untuk pengambilan data, (b) jalan belok dengan radius 18,779 meter yang digunakan untuk pengambilan data

Di atas adalah gambar cara menghitung radius belok untuk pengambilan data dan jalan belok dengan radius 18,779 meter yang digunakan untuk pengambilan data dimana kecepatan yang digunakan adalah 30 km/jam yang terletak di sirkuit kenjeran.

#### 4.1.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada aspal kering yang terletak di sirkuit kenjeran. Di bawah ini adalah salah satu gambar pengambilan data dengan massa penumpang dengan berat 2476,044 N pada jalan lurus:



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.4 (a) kendaraan meluncur dengan kecepatan konstan yaitu 50 km/jam, (b) proses pengereman setelah melewati isolasi, dan (c) kendaraan berhenti setelah direm

Di atas adalah gambar kendaraan meluncur dengan kecepatan konstan yaitu 50 km/jam, proses pengereman setelah melewati isolasi dan kendaraan berhenti setelah direm. Setelah itu dilakukan proses pengukuran jarak pengereman dengan cara mulai di hitung dari isolasi sampai kendaraan tersebut berhenti.

## 4.2 Data Percobaan

Data percobaan yang didapat antara lain:

1. Berat kendaraan pada penimbangan bidang datar sebesar:

$$W_f = 445,374 \text{ N}$$

$$W_r = 677,871 \text{ N}$$

2. Berat kendaraan pada penimbangan bidang miring dengan sudut  $8^\circ$  sebesar:

$$W_f = 463,032 \text{ N}$$

$$W_r = 642,555 \text{ N}$$

3. Berat total dari variasi massa pertama dan kendaraan serta *center of gravity*(CG) masing-masing sebesar:

Tabel 4.2 Data percobaan dengan variasi massa pertama

i	$m_i$ (Kg)	$x_i$ (m)	$y_i$ (m)
k	114,5	0,773	0,203
1	79,6	0,84	0,84

4. Berat total dari variasi massa kedua dan kendaraan serta *center of gravity*(CG) masing-masing sebesar:

Tabel 4.3 Data percobaan dengan variasi massa kedua

i	$m_i$ (Kg)	$x_i$ (m)	$y_i$ (m)
k	114,5	0,773	0,203
1	79,6	0,84	0,84
2	58,3	1,23	1,04

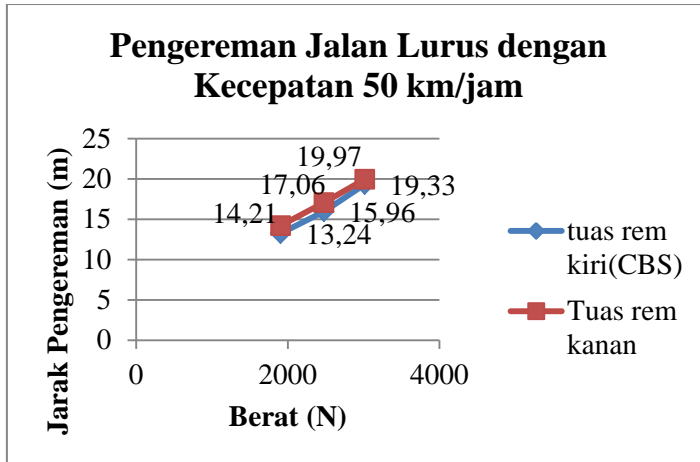
5. Berat total dari variasi massa ketiga dan kendaraan serta *center of gravity*(CG) masing-masing sebesar:

Tabel 4.4 Data percobaan dengan variasi massa ketiga

i	$m_i$ (Kg)	$x_i$ (m)	$y_i$ (m)
k	114,5	0,773	0,203
1	53	0,6	0,785
2	79,6	0,92	1,04
3	58,3	1,23	1,06

6. Jarak pengereman kendaraan pada jalan lurus

Di bawah ini adalah gambar grafik pengereman jalan lurus dengan kecepatan sebesar 50 km/jam:



Gambar 4.5 Grafik pengereman jalan lurus dengan kecepatan sebesar 50 km/jam

Gambar 4.5 adalah grafik pengereman jalan lurus dengan kecepatan sebesar 50 km/jam dimana kendaraan menompang berat sebanyak tiga variasi massa serta kestabilan arah kendaraan tersebut. Pada grafik di atas terlihat bahwa dengan penambahan massa jarak pengereman yang terjadi semakin jauh.

7. Data mengenai rem cakram untuk menghitung distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem antara lain:

$$\text{Tekanan hidrolik}(P_e) = 40 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Jari-jari rotor/piringan cakram}(R_{\text{cakram}}) = 0,090 \text{ m}$$

$$\text{Diameter piston kaliper}(d_{\text{piston kaliper}}) = 0,033928 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien gesek antara pad dengan pringan rem cakram}(\mu) = 0,3$$

8. Data mengenai rem tromol untuk menghitung distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem antara lain:

Panjang tuas rem kiri( $l_1$ ) = 0,15 m

Jarak antara pivot tuas rem dan lubang tempat dipasangnya kabel rem( $l_2$ ) = 0,026 m

Panjang tuas penyambung antara kabel rem dengan  $cam(l_3)$  = 0,062 m

Panjang  $cam(l_4)$  = 0,018 m

Jari-jari  $drum$  tromol( $r_{drum}$ ) = 0,07 m

Gaya yang diberikan tangan untuk menarik tuas( $F_{tangan}$ ) = 19 N

9. Kestabilan arah kendaraan pada jalan berbelok dengan radius sebesar 18,779 m

Di bawah ini adalah tabel mengenai data percobaan kestabilan arah kendaraan saat berbelok dengan radius 18,779 m:

Tabel 4.5 Data percobaan kestabilan arah kendaraan saat berbelok dengan radius sebesar 18,779 m

Berat (N)	Analisa skid melalui percobaan	
	Kiri	Kanan
1904,121	Y	N
2476,044	Y	N
3013,632	Y	N

Dari tabel 4.5 terlihat bahwa yang mengalami skid adalah menggunakan tuas rem kiri(CBS). Sedangkan, menggunakan tuas rem kanan tidak mengalami *skid*.

### 4.3 Analisa Data

#### 4.3.1 Perhitungan CG(Center of Gravity)

Perhitungan untuk mencari CG digunakan rumus pada persamaan (2.1), (2.2), (2.3), (2.4), dan (2.5) dengan data

percobaan pada tabel (4.1), (4.2), dan (4.3). Persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) digunakan untuk mencari CG kendaraan kosong, dimana letak CG kendaraan kosong yaitu  $L_f$  sebesar 0,773 m dan  $h$  sebesar 0,203 m. Persamaan (2.4), dan (2.5) digunakan untuk mencari letak CG berat 1 penumpang, berat 2 penumpang, dan berat 2 penumpang ditambah 1 variasi berat. Letak CG untuk masing-masing variasi massa dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.6 Letak CG untuk masing-masing variasi massa

W (N)	$L_f$ (m)	h (m)
1904,121	0,8997	0,5974
2476,044	0,8686	0,6859
3013,632	0,8005	0,4644

Pada saat pengereman dianggap tidak ada perpindahan letak CG sehingga CG saat awal berkendara dengan setelah dilakukan pengereman sampai berhenti letak CG tetap.

#### 4.3.2 Perhitungan Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan oleh Sistem(Teoritis)

Perhitungan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem adalah untuk mendapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  secara teoritis, dimana nilai  $K_{bf}$  menunjukkan besar proporsi gaya rem depan dan nilai  $K_{br}$  menunjukkan besar proporsi gaya rem belakang, berfungsi untuk menganalisa gaya yang bekerja pada rem tersebut dengan variasi massa yang sudah ditetapkan. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan adalah persamaan (2.23), (2.24), (2.25), dan (2.26) dengan nilai  $f_r$  yang digunakan sebesar 0,0182. Persamaan-persamaan tersebut untuk mendapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem dengan kecepatan 50 km/jam dan variasi massa yang telah ditetapkan. Di bawah ini adalah nilai

$K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem dengan kecepatan 50 km/jam dan variasi massa yang telah ditetapkan:

Tabel 4.7 Nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem

W (N)	$W_f$ (N)	$W_r$ (N)	$K_{bf}$	$K_{br}$
1904,121	1244,4992	659,62178	0,65358	0,34641
2476,044	1623,9632	852,08079	0,65587	0,34412
3013,632	2209,8232	803,80875	0,73327	0,26672

Tabel di atas adalah Nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem dengan kecepatan 50 km/jam pada semua variasi massa yang telah ditetapkan. Dari tabel di atas terlihat bahwa semakin besar nilai  $W_f$  dari pada nilai  $W_r$  yang ditompang oleh kendaraan pada semua variasi massa maka nilai  $K_{bf}$  yang dibutuhkan oleh sistem semakin besar dibanding dengan nilai  $K_{br}$  pada semua variasi massa.

#### 4.3.3 Perhitungan Distribusi Pengereman yang Diberikan oleh Sistem(Aktual)

Perhitungan distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem adalah untuk mendapatkan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  secara aktual, dimana nilai  $K_{bf}$  menunjukkan besar proporsi gaya rem depan dan nilai  $K_{br}$  menunjukkan besar proporsi gaya rem belakang, berfungsi untuk menganalisa gaya yang bekerja pada rem tersebut. Rem depan yang digunakan adalah rem cakram dan rem belakang yang digunakan adalah rem tromol.

Perhitungan untuk menganalisa gaya-gaya dan torsi pada rem cakram menggunakan persamaan (2.9), (2.10), dan (2.11). Koefisien gesek bahan pada rem cakram dapat dilihat pada tabel (2.3) dan data  $P_e$ ,  $d$ , dan  $R$  ada di sub-bab 4.1. Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan untuk rem cakram:



Tabel 4.8 Hasil perhitungan gaya-gaya dan torsi pada rem cakram

F <sub>p</sub>	F <sub>bf</sub>	T <sub>bf</sub> (N.m)
(N)		
3544,65	2126,79	155,33

Perhitungan untuk menganalisa gaya-gaya dan torsi pada rem tromol menggunakan persamaan (2.12), (2.13), (2.14), (2.15), dan (2.16). Data-data yang digunakan adalah  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ ,  $l_4$ ,  $r_{drum}$  dan  $F_{tangan}$  terdapat pada sub-bab 4.1. Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan untuk rem tromol:

Tabel 4.9 Hasil perhitungan gaya-gaya dan torsi pada rem tromol

$F_{cam}$	(N)	755,128
$F_{max}$		1510,256
$F_{br \text{ kiri}} = F_{br \text{ kanan}}$		604,102
$F_{br}$		1208,205
$T_{br}$	(N.m)	84,574

Setelah mendapatkan gaya-gaya dan torsi yang bekerja pada rem cakram dan tromol maka dapat mengetahui besar nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang diberikan oleh sistem. Persamaan untuk mencari  $K_{bf}$  adalah (2.17) dan (2.18) untuk mencari nilai  $K_{br}$ . Dari persamaan tersebut didapatkan nilai  $K_{bf}$  sebesar 0,64747 dan  $K_{br}$  sebesar 0,35253.

#### 4.3.4 Perbandingan Distribusi Pengereman Secara Teoritis dan Aktual

Perbandingan distribusi pengereman secara teoritis dan aktual dilakukan untuk mengetahui sistem pengereman CBS pada kendaraan Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI memberikan distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem sudah sesuai atau tidak pada kecepatan 50km/jam dan semua variasi massa. Di

bawah ini adalah tabel perbandingan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  secara teoritis dan aktual:

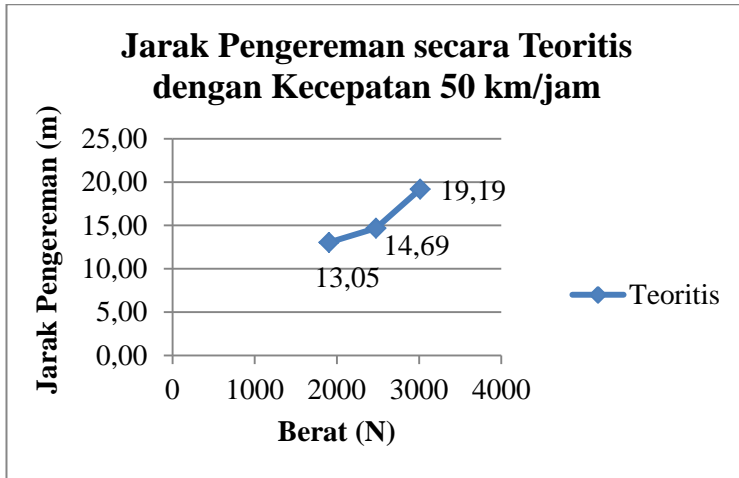
Tabel 4.10 Perbandingan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  secara teoritis dan aktual

W (N)	Distribusi Pengereman Dibutuhkan Sistem		Distribusi Pengereman Diberikan sistem	
	$K_{bf}$	$K_{br}$	$K_{bf}$	$K_{br}$
1904,121	0,65358	0,34642	0,64747	0,35253
2476,044	0,65587	0,34413		
3013,632	0,73328	0,26672		

Tabel 4.10 adalah perbandingan nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  secara teoritis dan aktual pada semua variasi massa. Pada distribusi pengereman yang dibutuhkan oleh sistem memiliki nilai  $K_{bf}$  yang lebih besar dibanding  $K_{br}$ , hal ini terjadi pada semua variasi massa.  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  yang dibutuhkan oleh sistem memiliki selisih yang kecil sedangkan pada variasi massa terakhir memiliki selisih 0,08581 dengan variasi massa kedua. Semakin bertambahnya massa yang mengendarai maka  $K_{bf}$  semakin besar dan  $K_{br}$  semakin kecil. Pada distribusi pengereman yang diberikan oleh sistem memiliki nilai  $K_{bf}$  yang lebih besar dibanding  $K_{br}$ , hal ini terjadi pada semua variasi massa. Perbandingan distribusi pengereman yang dibutuhkan sistem dengan yang diberikan sistem terlihat bahwa nilai  $K_{bf}$  yang dibutuhkan sistem lebih besar dibanding dengan  $K_{bf}$  yang diberikan oleh sistem sedangkan  $K_{br}$  yang dibutuhkan sistem memiliki nilai yang lebih kecil dibanding dengan  $K_{br}$  yang diberikan oleh sistem. Kondisi ini menunjukkan bahwa kendaraan mengalami *oversteer*(*skid* pada ban belakang). Kondisi seperti ini sudah sesuai. Namun, untuk variasi massa ketiga memiliki selisih yang paling besar sehingga dapat diatur dengan letak CG yang tepat sehingga untuk setiap variasi massa memiliki selisih yang tidak begitu besar.

#### 4.3.5 Perhitungan Jarak Pengereman Minimum(Teoritis) Kendaraan

Perhitungan jarak pengereman minimum untuk kendaraan Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI terlihat pada gambar di bawah ini:



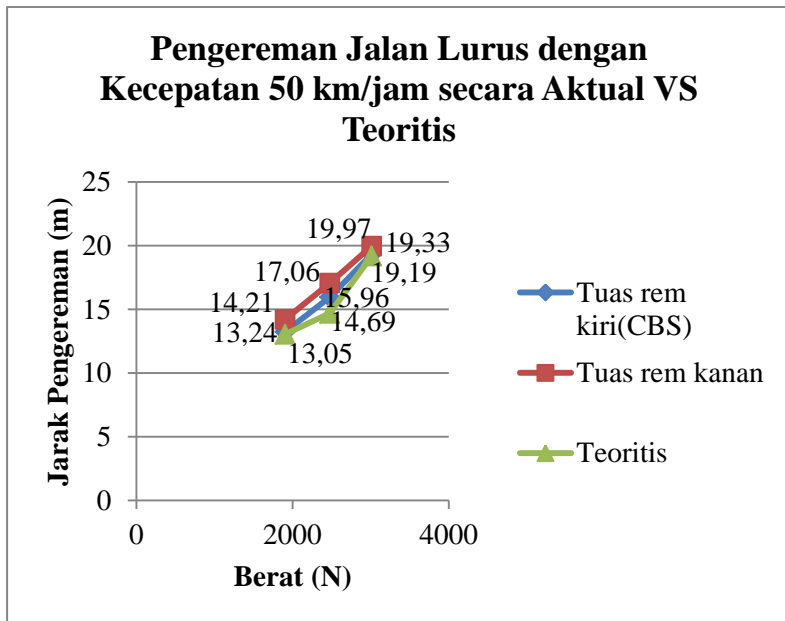
Gambar 4.6 Grafik jarak pengereman secara teoritis dengan kecepatan 50 km/jam

Gambar 4.6 adalah grafik jarak pengereman secara teoritis dengan kecepatan 50 km/jam dengan variasi berat sebesar 1904,121 N, 2476,044 N dan 3013,632 N untuk jalan yang lurus. Dengan persamaan (2.8) didapatkan nilai jarak pengereman minimum untuk setiap variasi berat tersebut. Pada jalan yang lurus dengan berat sebesar 1904,121 N didapatkan jarak pengereman sebesar 13,05 m, berat sebesar 2476,044 N didapatkan jarak pengereman sebesar 14,69 m dan berat sebesar 3013,632 N didapatkan jarak pengereman sebesar 19,19 m. Terlihat bahwa yang memiliki jarak pengereman terpendek adalah dengan variasi massa yang

pertama. Semakin bertambahnya massa yang menompang pada kendaraan maka jarak pengereman akan semakin jauh.

#### 4.3.6 Perbandingan Nilai Teoritis dan Aktual Jarak Pengereman

Perbandingan jarak pengereman minimum dengan jarak pengereman saat percobaan dilakukan untuk mengetahui kerja rem kendaraan Honda Vario Techno 125 ISS PGM-FI dalam kondisi ideal atau tidak. Di bawah ini adalah gambar grafik perbandingan jarak pengereman jalan lurus dengan kecepatan 50 km/jam secara aktual dengan teoritis:



Gambar 4.7 Grafik perbandingan jarak pengereman jalan lurus dengan kecepatan 50 km/jam secara aktual dengan teoritis

Pada gambar 4.7 menunjukan grafik perbandingan jarak pengereman jalan lurus dengan kecepatan 50 km/jam secara aktual dengan teoritis. Dari grafik di atas pada percobaan terlihat bahwa semakin besar berat yang ditompang oleh kendaraan maka jarak pengereman akan semakin besar/jauh. Selain itu, terlihat juga ketika menggunakan tuas rem kiri(CBS) jarak pengereman semakin pendek dibanding dengan menggunakan tuas rem kanan. Jarak pengereman secara aktual memiliki nilai yang lebih besar dibanding nilai teoritis. Hal ini di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah hambatan angin saat pengambilan data, kurangnya ketelitian pada praktikan saat pengereman dan pengukuran serta peralatan ukur yang kurang presisi.

Pada gambar 4.7 Yang menunjukkan grafik pengereman jalan lurus dengan kecepatan 50 km/jam secara aktual vs teoritis dapat disimpulkan bahwa jarak pengereman secara percobaan belum sesuai dengan jarak pengereman minimum yang bisa dicapai oleh kendaraan. Grafik jarak pengereman pada percobaan yang telah dilakukan terlihat bahwa yang mendekati grafik jarak minimum(teoritis) adalah jarak pengereman dengan menggunakan tuas rem kiri(CBS). Hal ini terjadi pada semua variasi massa yang telah ditetapkan.

#### **4.3.7 Analisa Kecepatan yang Digunakan pada Kendaraan Belok saat Pengereman dengan Radius 18,779 meter**

Kendaraan melaju dengan kondisi belok dengan massa tertentu dan radius belok tertentu sangatlah berbahaya oleh karena itu kecepatan yang akan digunakan dapat ditinjau secara teoritis. Dalam menganalisa kecepatan yang digunakan maka perlu menganalisa perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengeremandalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dengan cara mencari gaya-gaya yang bekerja yaitu  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  seperti pada gambar 2.17. Mendapatkan besar gaya-gaya yang bekerja dapat menggunakan rumus (2.27), (2.28), (2.29), (2.30), dan (2.31). Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  untuk mengetahui kecepatan yang

digunakan untuk menganalisa perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter secara teoritis:

Tabel 4.11 Hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  untuk mengetahui kecepatan yang digunakan untuk menganalisa perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter secara teoritis

<b>V (km/jam)</b>	<b>W (N)</b>	<b>F<sub>gf</sub> (N)</b>	<b>F<sub>gr</sub> (N)</b>	<b>F<sub>cf</sub> (N)</b>	<b>F<sub>cr</sub> (N)</b>
20	1904,121	268,701	283,493	119,378	198,894
	2476,044	316,728	401,324	123,184	290,685
	3013,632	425,331	448,621	162,183	341,543
30	1904,121	268,736	283,458	268,600	447,512
	2476,044	316,786	401,266	277,164	654,041
	3013,632	425,413	448,539	364,913	768,471
40	1904,121	268,776	283,418	746,113	1243,09
	2476,044	316,853	401,199	769,900	1816,78
	3013,632	425,507	448,446	1013,64	2134,64

Tabel 4.11 menunjukkan hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  berdasarkan variasi massa dan kecepatan dengan radius belok 18,779 meter. Terlihat pada tabel di atas bahwa semakin besar kecepatan pada penambahan massa yang sama maka  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  memiliki nilai yang semakin besar. Pada tabel di atas terlihat bahwa pada kecepatan 20 km/jam memiliki nilai  $F_{gf}$  lebih besar dari pada  $F_{cf}$  dan nilai  $F_{gr}$  lebih besar daripada  $F_{cr}$  ini berlaku pada semua variasi massa sedangkan pada kecepatan 30 km/jam nilai  $F_{gf}$  lebih besar daripada  $F_{cf}$  pada semua variasi massa namun nilai  $F_{gr}$  memiliki nilai yang lebih kecil dibanding dengan  $F_{cr}$ , pada kecepatan 40 km/jam nilai  $F_{gf}$  lebih kecil daripada  $F_{cf}$  pada semua variasi massa dan nilai  $F_{gr}$  memiliki nilai yang lebih kecil daripada dengan  $F_{cr}$ . Dimana terdapat beberapa

ketentuan yaitu jika  $F_{cf} > F_{gf}$  akan terjadi *skid* pada ban depan dan jika  $F_{cr} > F_{gr}$  akan terjadi *skid* pada ban belakang, maka dapat disimpulkan perilaku arah kestabilan arah kendaraan saat berbelok dengan radius 18,779 meter dengan kecepatan 20, 30, dan 40 km/jam secara teoritis seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4.12 Perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 20, 30, dan 40 km/jam secara teoritis

V (km/jam)	W (N)	$F_{cf} > F_{gf}$	$F_{cr} > F_{gr}$
		( <i>skid</i> ban depan)	( <i>skid</i> ban belakang)
20	1904,121	N	N
	2476,044	N	N
	3013,632	N	N
30	1904,121	N	Y
	2476,044	N	Y
	3013,632	N	Y
40	1904,121	Y	Y
	2476,044	Y	Y
	3013,632	Y	Y

Tabel 4.12 adalah perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 20, 30, dan 40 km/jam secara teoritis. Pada tabel di atas terlihat bahwa pada kecepatan 20 km/jam tidak mengalami *skid* pada ban depan maupun pada ban belakang pada semua penambahan variasi massa sedangkan pada kecepatan 30 km/jam yang mengalami *skid* adalah ban belakang pada semua variasi massa namun pada ban depan tidak mengalami *skid* pada semua variasi massa, dan pada kecepatan 40 km/jam terdai *skid* pada ban depan maupun ban belakang pada semua variasi massa hal ini sangat berbahaya. Oleh karena hal tersebut, kecepatan

yang digunakan dalam menganalisa kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter adalah sebesar 30 km/jam.

#### 4.3.8 Analisa Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 30 km/jam

Menganalisa perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam serta variasi massa yang telah ditetapkan dengan cara mencari gaya-gaya yang bekerja yaitu  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  seperti pada gambar 2.17. Mendapatkan besar gaya-gaya yang bekerja dapat menggunakan rumus (2.27), (2.28), (2.29), (2.30), dan (2.31). Di bawah ini adalah tabel hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  untuk menganalisa perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam dan variasi massa yang telah ditetapkan secara teoritis:

Tabel 4.13 Hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  berdasarkan variasi massa dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis

W	$F_{gf}$	$F_{gr}$	$F_{cf}$	$F_{cr}$
(N)				
1904,121	268,73683	283,45825	268,60078	447,51273
2476,044	316,78661	401,26614	277,16417	654,04165
3013,632	425,41356	448,53971	364,91324	768,47198

Tabel 4.13 menunjukkan hasil perhitungan  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  berdasarkan variasi massa dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam. Terlihat pada tabel di atas bahwa semakin besar penambahan massa maka  $F_{gf}$ ,  $F_{gr}$ ,  $F_{cf}$ , dan  $F_{cr}$  memiliki nilai yang semakin besar pula. Pada tabel di atas terlihat bahwa nilai  $F_{gf}$  lebih besar daripada  $F_{cf}$  pada semua variasi massa namun nilai



$F_{gr}$  memiliki nilai yang lebih kecil dibanding dengan  $F_{cr}$ . Dimana terdapat beberapa ketentuan yaitu jika  $F_{cf} > F_{gf}$  akan terjadi *skid* pada ban depan dan jika  $F_{cr} > F_{gr}$  akan terjadi *skid* pada ban belakang, maka dapat disimpulkan perilaku arah kestabilan arah kendaraan saat berbelok dengan radius 18,779 meter dengan kecepatan 30 km/jam secara teoritis seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4.14 Perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis

W (N)	$F_{cf} > F_{gf}$	$F_{cr} > F_{gr}$
	( <i>skid</i> ban depan)	( <i>skid</i> ban belakang)
1904,121	N	Y
2476,044	N	Y
3013,632	N	Y

Tabel 4.14 adalah perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis. Pada tabel di atas terlihat bahwa yang mengalami *skid* adalah ban belakang pada semua variasi massa. Namun, pada ban depan tidak mengalami *skid* pada semua variasi massa.

#### 4.3.9 Perbandingan Perilaku Kestabilan Arah Kendaraan saat Pengereman dalam Keadaan Belok dengan Radius Belok 18,779 meter dan Kecepatan 30 km/jam secara Teoritis dan Aktual

Perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis dan percobaan dapat dibandingkan. Secara teoritis terdapat pada tabel 4.10 dan secara percobaan pada tabel 4.4. Di bawah ini adalah tabel perbandingan perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok

dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis dan aktual:

Tabel 4.15 Perbandingan perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam secara teoritis dan aktual

W (N)	Analisa <i>Skid</i> secara Percobaan		Analisa <i>Skid</i> secara Teoritis	
	Kiri	Kanan	$F_{cr} > F_{gr}$ ( <i>skid</i> ban belakang)	$F_{cf} > F_{gf}$ ( <i>skid</i> ban depan)
1904,121	Y	N	Y	N
2476,044	Y	N	Y	N
3013,632	Y	N	Y	N

Tabel 4.15 adalah perbandingan perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok secara teoritis dan aktual. Pada tabel di atas terlihat bahwa secara teoritis dan aktual sudah sesuai. Saat percobaan yang mengalami *skid* adalah dengan menggunakan tuas rem kiri(CBS) yaitu rem belakang(rem tromol) pada semua variasi massa dan secara teoritis pun yang mengalami *skid* adalah ban belakang pada semua variasi massa. Hal ini bisa terjadi karena distribusi yang dibutuhkan oleh sistem lebih besar dari pada yang diberikan oleh sistem.

## 4.4 Rekomendasi

### 4.4.1 Cara Pengereman

Berdasarkan perhitungan dan percobaan yang telah dilakukan terlihat dari segi jarak pengereman bahwa dengan menggunakan tuas rem kiri lebih pendek dari pada menggunakan tuas rem kanan, dimana tuas rem kiri adalah CBS dan tuas rem kanan adalah rem depan. Hal ini terjadi pada semua variasi massa. Selain dari segi jarak pengereman juga dari segi kestabilan

arah kendaraan saat berbelok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam, kendaraan mengalami *skid* ban belakang pada semua variasi massa.

Kondisi yang terjadi secara aktual dapat dilihat bahwa dengan menggunakan tuas rem kiri memiliki jarak pengereman yang pendek. Sehingga disarankan sebaiknya menggunakan tuas rem kiri untuk memperpendek jarak pengereman. Namun, kestabilan arah kendaraan saat belok mengalami *skid* ketika menggunakan tuas rem kiri. Ketika menggunakan tuas rem kanan tidak mengalami *skid*. Disarankan sebaiknya saat berbelok dengan radius 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam menggunakan rem kanan sesuai dengan data percobaan.

#### 4.4.2 Letak CG

Letak CG menentukan besar distribusi pengereman tersebut, dimana secara teoritis dengan CG pada percobaan telah terlihat bahwa pada distribusi pengereman dengan variasi massa yang terakhir yaitu  $K_{bf}$  sebesar 0,73328 dan  $K_{br}$  0,26672 memiliki selisih terbanyak. Hal tersebut dapat dikurangi dengan cara peletakan CG yang tepat sehingga untuk semua pengendara dapat menarik tuas rem dengan proporsi yang hampir sama. Di bawah ini adalah peletakan CG yang direkomendasikan:

Tabel 4.16 Rekomendasi CG

W (N)	Lf	Lr	h
	(m)		
1904,121	0,8251	0,4559	0,4972
2476,044	0,9210	0,3600	0,6226
3013,632	0,9709	0,3101	0,6906

Tabel 4.17 Rekomendasi  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$ 

W	Wf	Wr	Kbf	Kbr
(N)				
1904,121	1245,387	658,7342	0,6541	0,3459
2476,044	1620,386	855,6579	0,6544	0,3456
3013,632	1977,524	1036,108	0,6561	0,3439

Pada tabel 4.16 dan 4.17 terlihat bahwa setelah CG dirubah maka nilai  $K_{bf}$  dan  $K_{br}$  untuk setiap variasi massa memiliki nilai yang hampir sama. Hal ini menjadikan distribusi pengereman yang secara teoritis dan aktual memiliki selisih yang tidak besar.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari tugas akhir ini antara lain:

1. Distribusi pengereman pada semua variasi menunjukkan bahwa Kbf yang diberikan oleh sistem lebih kecil daripada Kbf yang dibutuhkan oleh sistem sedangkan Kbr yang diberikan oleh sistem lebih besar daripada Kbr yang dibutuhkan oleh sistem. Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan mengalami *oversteer*.
2. Jarak pengereman pada semua variasi massa yang terpendek adalah secara teoritis dibanding aktualnya. Secara aktual pada semua variasi massa yang memiliki jarak terpendek adalah saat menggunakan tuas rem kiri(CBS) dibanding saat menggunakan tuas rem kanan.
3. Perilaku kestabilan arah kendaraan saat pengereman dalam keadaan belok dengan radius belok 18,779 meter dan kecepatan 30 km/jam pada semua variasi massa secara teoritis dan aktual telah sesuai yaitu yang mengalami *skid* adalah ban belakang.

#### **5.2 Saran**

Saran dari tugas akhir ini antara lain:

1. Cara pengereman yang baik dengan kondisi seperti pada percobaan maka sebaiknya pengereman dilakukan dengan menggunakan tuas rem kiri untuk jalan lurus agar jarak pengereman yang terjadi lebih pendek. Kondisi berbelok sebaiknya menggunakan tuas rem kanan agar tidak mengalami *skid*.
2. Agar distribusi pengereman untuk berat tertentu sebaiknya peletakan CG atau duduknya penumpang serta peletakan massa yang benar dapat menjadikan distribusi pengereman secara teoritis dan aktual memiliki selisih yang tidak besar.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adhiwibowo, Riyanto. 2013. **Cara Kerja Rem Sepeda Motor**,  
<URL:<http://trampilan.blogspot.com/2013/07/cara-kerja-rem-sepeda-motor.html>>.
- [2] Raharjo, Dedy. 2013. **Analisis Gaya Pada Rem Cakram (Disk Brake) Untuk Kendaraan Mitsubishi Lancer**,  
<URL:<http://dedypoltran.blogspot.com/2013/10/analisis-gaya-pada-rem-cakram-disk.html>>.
- [3] Famolah, Bayu Rona. 2011. **Prinsip Rem Cakram**,  
<URL:<http://famolahx.blogspot.com/2011/06/prinsip-rem-cakram.html>>.
- [4] Wikipedia. 2015. **Hydrolic Brake**,  
<URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic\\_brake](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_brake)>
- [5] Anonim. 2000. **Modul Pelatihan Otomotif-Sistem Rem**. Malang: PPP GT VEDC.
- [6] Honda. \_\_\_\_\_. ***Mechanical Combi Brake for small scooters***,  
<URL:<http://world.honda.com/motorcycle-technology/brake/p4.html>>.
- [7] Anonim. 2009. **Kupas Tuntas Combined Brake System (CBS) Dan Parking Brake Lock (Fitur Unggulan Vario CBS Techno)**,  
<URL:<http://endemania4ever.blogdetik.com/2009/10/08/kupas-tuntas-combined-brake-system-cbs-dan-parking-brake-lock-fitur-unggulan-vario-cbs-techno/>>.
- [8] Subagio, Enggar Rofiq. 2015. **Analisa Sistem Pengereman CBS (Combi Brake System) pada Skuter Matik Vario 125 PGM-FI**. Surabaya: Teknik Mesin ITS.



- [9] Sutantra, I Nyoman. 2010. **Teknologi Otomotif Edisi Kedua** Surabaya: Teknik Mesin ITS.
- [10] Puhn, Fred.\_\_\_\_***Brake Handbook***. Amerika Serikat: Hpbooks. Inc.
- [11] Subramanyam , Anirudh L., Sandeep Banik. \_\_\_\_.  
***Maximum Brake Force Calculation for Drum Brake***,  
<URL:<http://www.intent-design.com/img/pdf/Drum-Brake-Calculation.pdf>>
- [12] Anonim. 2014. **Membahas kelebihan rem cakram dibanding rem tromol**,  
<URL:<http://www.hondacengkareng.com/membahas-kelebihan-rem-cakram-dibandingkan-rem-tromol/>>.
- [13] Girifumi. 2014. **Cara Kerja Rem Cakram Hidrolik**,  
<URL:<https://girifumis.wordpress.com/2011/01/14/cara-kerja-rem-cakram-hidrolik/>>.
- [14] Lindeman, Mark. 2013. ***Understand Stopping Distance***,  
<URL:<http://www.cycleworld.com/2013/11/08/understand-stopping-distance/>>.
- [15] Saputra, Harrie. 2013. **Sistem Rem Tromol Sepeda Motor**,  
<URL:<http://saputranett.blogspot.com/2013/05/sistem-rem-tromol-sepeda-motor.html>>.

## LAMPIRAN

### HASIL PERHITUNGAN

- Distribusi Pengereman yang Dibutuhkan Sistem(Teoritis)  
Diketahui:

<b>W (N)</b>	<b>L<sub>f</sub> (m)</b>	<b>L<sub>r</sub> (m)</b>	<b>L(m)</b>	<b>h (m)</b>	<b><i>f<sub>r</sub> kecepatan</i></b>
1904,121	0,8005	0,4805	1,281	0,4644	0,0182
2476,044	0,8997	0,3813		0,5974	
3013,632	0,8686	0,4124		0,6859	

Maka:

<b>W (N)</b>	<b>W<sub>f</sub> (N)</b>	<b>W<sub>r</sub> (N)</b>	<b>K<sub>bf</sub></b>	<b>K<sub>br</sub></b>
1904,121	1244,4992	659,62178	0,65358	0,34641
2476,044	1623,9632	852,08079	0,65587	0,34412
3013,632	2209,8232	803,80875	0,73327	0,26672

- Distribusi Pengereman yang Diberikan Sistem(Aktual)  
Rem cakram  
Diketahui:

<b>Pe (N/m<sup>2</sup>)</b>	3922722,4
<b>R (m)</b>	0,090
<b>d (m)</b>	0,033928
<b>r (m)</b>	0,016964
<b><i>μ<sub>cakram</sub></i></b>	0,3

Maka:

F <sub>p</sub>	F <sub>bf</sub>	T <sub>bf</sub> (N.m)
(N)		
3544,65	2126,79	155,33

Rem tromol

Diketahui:

$F_{tangan}$ (N)	19
$\mu_{tromol}$	0,4
$l_1$ (m)	0,15
$l_2$ (m)	0,026
$l_3$ (m)	0,062
$l_4$ (m)	0,018
$r_{drum}$ (m)	0,07

Maka:

$F_{cam}$	(N)	755,128
$F_{max}$		1510,256
$F_{br\ kiri} = F_{br\ kanan}$		604,102
$F_{br}$		1208,205
$T_{br}$	(N.m)	84,574

Distribusi pengereman yang diberikan sistem(aktual)

$K_{bf}$	0,64747
$K_{br}$	0,35253

- Jarak Pengereman teoritis  
Diketahui:

Simbol	Nilai	Satuan
$\gamma_m$	1,04	
$g$	9,81	m/s <sup>2</sup>
$V$	50	km/jam
	13,88888889	m/s
$f_r$	0,08	
$\rho$	1,23	kg/m <sup>3</sup>
$C_d$	1,8	
$Af_{1\&2}$	0,33	m <sup>2</sup>
$Af_3$	0,4	m <sup>2</sup>
$Cae_{1\&2}$	0,36531	kg/m
$Cae_3$	0,4428	kg/m
$t_d$	0,3	s
$W_1$	1904,121	N
$W_2$	2476,044	N
$W_3$	3013,632	N
$\mu_{s1}$	0,742588157	
$\mu_{s2}$	0,61603178	
$\mu_{s3}$	0,508632551	

Maka:

$W$ (N)	$S_{tot}$ (m)
1904,121	13,05
2476,044	14,69
3013,632	19,19

•

- Kestabilan arah kendaraan saat berbelok  
Diketahui:

$W_{f1}(\text{N})$	926,6787481
$W_{f2}(\text{N})$	1092,367654
$W_{f3}(\text{N})$	1466,943338
$W_{r1}(\text{N})$	977,4423
$W_{r2}(\text{N})$	1383,676
$W_{r3}(\text{N})$	1546,689
$m_1(\text{Kg})$	194,1
$m_2(\text{Kg})$	252,4
$m_3(\text{Kg})$	30,2
$L_{f1}(\text{m})$	0,8005
$L_{f2}(\text{m})$	0,8997
$L_{f3}(\text{m})$	0,8686
$L_{r1}(\text{m})$	0,4805
$L_{r2}(\text{m})$	0,3813
$L_{r3}(\text{m})$	0,4124
$L(\text{m})$	1,2810
$R(\text{m})$	18,779
$\delta_f$	3,908029224
$\mu_{lateral}$	0,29
$V(\text{m/s}^2)$	8,333333

Maka:

<b>W</b>	<b>Fgf</b>	<b>Fgr</b>	<b>Fcf</b>	<b>Fcr</b>
<b>(N)</b>				
1904,121	268,73683	283,45825	268,60078	447,51273
2476,044	316,78661	401,26614	277,16417	654,04165
3013,632	425,41356	448,53971	364,91324	768,47198

Dapat disimpulkan:

<b>W (N)</b>	<b><math>F_{cf} &gt; F_{gf}</math></b>	<b><math>F_{cr} &gt; F_{gr}</math></b>
	<b>(<i>skid</i> ban depan)</b>	<b>(<i>skid</i> ban belakang)</b>
1904,121	N	Y
2476,044	N	Y
3013,632	N	Y

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



**Viola Agus Arintika** – lahir di Kediri pada tanggal 4 Desember 1992 merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Agus Yulianto dan Ibu Ari Yudiani. Riwayat pendidikan penulis diawali dari TK AL-HUDA dan dilanjutkan SDI ALHUDA. Kemudian melanjutkan di SMPN 1 KEDIRI. Setelah tamat SMP penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 3 KEDIRI. Penulis melanjutkan pendidikan dengan cara mengikuti ujian masuk melalui jalur undangan di Jurusan Teknik Mesin ITS pada tahun

2011 dan terdaftar dengan NRP 2111100028. Penulis aktif dalam bidang akademik maupun kemahasiswaan. Penulis pernah menjadi asisten Laboratorium Desain. Dalam bidang kemahasiswaan penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Mesin periode 2012/2013 sebagai staff departemen PPIM dan staff keputrian Ash-Shaff dan 2013/2014 sebagai sekretaris departemen PPIM dan staff keputrian Ash-Shaff. Penulis memilih bidang studi Otomotif untuk menyelesaikan tugas akhir. Untuk semua informasi dan masukan dapat menghubungi penulis melalui email [violantika@gmail.com](mailto:violantika@gmail.com)